Paraguay.

Versuch zu einer morphologischen Betrachtung seiner Landschaftsformen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Philosophischen Fakultät (Sektion II)

der

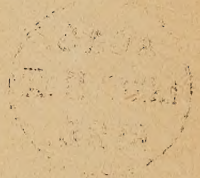
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt am 13. Mai 1911 von

Karl Carnier

Mit einer lithographischen Karte
und 13 Abbildungen im Text.

Jena
Frommannsche Buchdruckerei
(Hermann Pohle)
Großherzogl. Sächs. Hofbuchdruckerei
1911.



Abdruck aus:
Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft (Jena) XXIX.

Paraguay.

Versuch zu einer morphologischen Betrachtung seiner Landschaftsformen.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Philosophischen Fakultät (Sektion II)

der

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt am 13. Mai 1911 von

Karl Carnier

Mit einer lithographischen Karte
und 13 Abbildungen im Text.

Jena
Frommannsche Buchdruckerei
(Hermann Pohle)
Großherzogl. Sächs. Hofbuchdruckerei
1911.

Abdruck aus:
Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft (Jena) XXIX.

Vorwort.

Wenn ich den folgenden Reisebeobachtungen aus Paraguay Worte des Dankes vorausgehen lasse, so gehorche ich dabei keiner äußeren Verpflichtung, vielmehr nur einem inneren Bedürfnis. Hier in Deutschland wie dort in Südamerika habe ich mich einer reichen Unterstützung in ideeller und materieller Hinsicht zu erfreuen gehabt. Die Anregung zu dieser Reise und ihre Förderung danke ich Herrn Prof. v. Drygalski in München, die Mittel, sie auszuführen, der Geographischen Gesellschaft (für Thüringen) zu Jena und Herrn Dr. Hermann Meyer in Leipzig, wertvolle Mithilfe außerdem noch dem Norddeutschen Lloyd und dem Städtischen Museum in Bremen und der Fabrik optischer Instrumente von C. Steinheil in München. Dort aber in Amerika schulde ich besonders Herrn Alberto Siehr auf Zanja moroti in Paraguay großen Dank für die Gastfreundschaft, die er mir in so reichem Maße durch viele Monate gewährt hat.

Für die folgenden Ausführungen bleibt noch zu bemerken, daß die vorkommenden Gesteinsarten ihre Bezeichnung bis jetzt nur auf Grund makroskopischer Bestimmung erhalten haben. Deren genaue petrographische Untersuchung bildet den Gegenstand einer besonderen Arbeit, die zurzeit in Jena vorgenommen und deren Ergebnis in absehbarer Zeit publiziert wird.

Von der vorhandenen Literatur über Paraguay sind mir leider ein paar Werke unzugängig geblieben.

Seiner zentralen Lage nach nimmt Paraguay an zwei typischen Formen des südamerikanischen Kontinentes teil, am östlichen Tafelland und am Aufschüttungsbecken zwischen der Tafel und den Anden. Der Paraguayfluß darf im allgemeinen als Scheidelinie zwischen diesen beiden Formen gelten, wenn auch lokale Uebergriffe vorhanden sind; dem jungen westlichen Gebilde, dem Chako, steht das ältere östliche gegenüber, das eigentliche Paraguay; jenes heute noch zum größten Teil eine terra incognita, dieses zwar in allen Teilen bekannt, aber in seiner Gestaltung vielfach noch unter unklaren Begriffen. Die Karten von Paraguay sind alle noch mangelhaft; besonders in der Darstellung der Oberflächenformen herrscht eine große Willkür. Kartenbild und Wirklichkeit weichen oft weit voneinander ab. Da wird man in der Natur manchmal nach Gebirgen suchen und nur ein welliges Gelände sehen können, man wird Flachland suchen und Berge vor sich haben. Ich werde bei Betrachtung der Einzellandschaften Gelegenheit haben, auf diese Fehler zurückzukommen, die sich auf vielen Karten bis in die jüngste Zeit erhalten haben.

Paraguay ist nach seiner Lage über dem Meer größtenteils Tiefland. Als solches muß mit ganz geringen Ausnahmen der Chako gelten, der über die Hälfte des Landes umfaßt, und vielleicht noch die Hälfte des östlichen Paraguay, so daß insgesamt wohl mehr als $^3/_4$ des ganzen Landes unter diesen Begriff fallen dürften. Der übrige Teil mag sich über die Linie von 200 m erheben, derart jedoch, daß kein Punkt 700 m Seehöhe überschreitet. Um O. A. Derbys Beispiel anzuführen: eine Erhöhung des Meeresspiegels um 100 m würde den Paraguay und den Parana zu getrennten Flüssen machen und schon ausgedehnte Partien des Landes unter Wasser setzen, eine Erhöhung aber um 200 m müßte weitaus den größten Teil von der Oberfläche verschwinden lassen und nur drei getrennte Erhebungen könnten insel- oder halbinselartig aus dem Meere ragen.

Dem Vorherrschen des Tieflandes entspricht im allgemeinen ein einfacher Charakter in der Bodenform. Paraguay ist vorwiegend Flachland. Das Bild der reinen Ebene gibt in typischer Weise der Chako. Ihm schließen sich noch ausgedehnte Flächen östlich des Paraguayflusses an (im mittleren und südwestlichen Teil), doch mag die Ebene mit welligen Formen hier die Oberhand gewinnen. Eine Unterbrechung des Flachlandes wird nur in beschränkter Weise an drei Stellen hervorgerufen: durch ein Bergland, das sich in dem Winkel zwischen dem unteren Apa und dem Paraguay erhebt, durch ein Bergland, das sich in der Breite von Asuncion über einen Teil des Landes ausdehnt, endlich durch die Sierra Amambay im Osten. Diese aber unterbricht die vorherrschende Bodenform nur am Westrand durch eine kurze Stufe. Mit deren Ueberwindung ist sofort wieder der Flachboden erreicht, der in seiner Eigenschaft bis zum Parana und weit darüber hinausgreift.

Alle drei Erhebungen haben das Gemeinsame, daß sie ziemlich unvermittelt zum Flachland übergehen. Die Stufe der Sierra Amambay und der größte Teil dieser Hochfläche selbst (südlich)

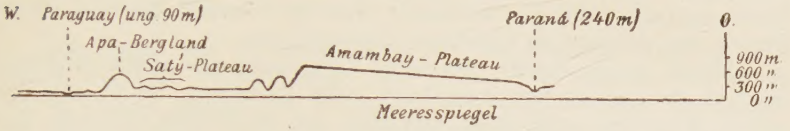


Fig. 1. Profil durch das nördl. Paraguay unter 22° 20'.
Maßstab ungefähr 1 : 6 000 000. 50fach überhöht.

sowie das Bergland im Südwesten tragen vornehmlich Waldvegetation, während das Bergland am Apa mehr zur Ausbildung der sogenannten Cerrato-Vegetation neigt, einer Mischung von Grasland und niederer, krüppelhafter Baum- oder Strauchvegetation. Im Flachland selbst gewinnt bald der Wald, bald die Grasflur die Oberhand, je nachdem sich die Einflüsse des Bodens in der Zusammensetzung und der Wasserführung geltend machen.

Von einer Betrachtung des Chako in dieser Arbeit absehend, wende ich mich im folgenden nur dem östlichen Teil des Landes zu, den ich auf Grund der genannten Erhebungen mit ihrer Umgebung in drei Einzellandschaften scheiden will.

I. Das Gebiet nördlich des Flusses Ipané.

Wer sich von Concepcion über Paso Barreto, Mancuello nach S. Carlos am Rio Apa wendet, wird in dem schwach welligen Gelände doch erkennen, daß der Boden mit dem Fortschreiten nach Norden etwas lebhaftere Formen annimmt, ohne dabei aber viel an Höhe zu gewinnen. Bis über den Aquidabán hinaus wechseln Partien von Wald- und Weideland über den einförmigen Boden hin, dessen Niveauunterschiede kaum mehr als 20 m betragen mögen. Hat man die Estanzia Mancuello passiert und steht auf dem breiten Rücken vor dem Flüßchen Pitanoàga, so sieht man in dem Gelände nordwärts einen anderen Charakter ausgeprägt. Die gleichmäßig hinziehenden Linien der langen Wellenrücken sind verschwunden, unruhig streben andere am nahen Horizont hin; es ist mehr Bewegung in die Landschaft gekommen, ohne daß sich der Boden auffallend erhoben hätte. Wir überschreiten das breite Tal des kleinen Gewässers vor uns, das eine so deutliche Grenze in der Bodenform bildet, und gewahren alsbald an den Talhängen den Grund für den eingetretenen Wechsel. Bis dahin ist kaum die Spur eines Gesteins zu sehen gewesen, das unter dem rotbraunen, tonig-sandigen Boden verborgen geblieben. Hier nun ragt da und dort ein dunkles Gestein, ein hartes Verwitterungsprodukt hervor oder Stücke von weißem oder gelbem Quarz liegen in eckigen Formen zerstreut.

Und ähnliche Erscheinungen begegnen uns fortan bis gegen den Apa hin. Je mehr wir die Ausdehnung dieser geschlossenen Landschaft nach Norden hin überblicken, um so mehr erkennen wir auch, daß jenes dunkle Verwitterungsprodukt aus Graniten oder Gneisen hervorgegangen, die uns weiterhin öfter in frischem Zustand in den Rinnen der zahlreichen Gewässer entgegentreten.

Dieses ganze Gebiet, das seine Umgebung nur wenig überragt, wird im N. und S. vom Apa, bezw. vom Pitanoaga, im O. von dem letzten Flüßchen und einer von ihm aus nordwärts bis zum Apa verlängerten Linie, im W. von einer zwischen S. Carlos, S. Luis und Villa Sana gezogenen Linie in ungefähren Umrissen begrenzt. Es stellt ein Plateau dar, dessen Rückenfläche kaum 200 m Seehöhe erreichen dürfte. Viele Bäche durchziehen es, die durch Itasilla und Pitanoaga ihr Wasser dem Aquidaban, durch Plantengue und Paso toro dem Apa zuführen. So treten Täler und Tälchen fortwährend mit breiten, rundlichen Rücken in Wechsel. Der Wasserreichtum dieses Gebietes läßt die Bäche auch in Zeiten größter Trockenheit nicht versiegen, eine Tatsache, die in erster Linie auf die Beschaffenheit des Gesteins zurückzuführen ist.

Gneise und Granite, in ihrem Aussehen oft variierend, bilden die Grundmasse des Plateaus. Feinkörnige Ausbildung wechselt mit grobkörniger, graue Farbe mit rötlicher. Bei Zanja morotí findet sich neben Biotitgneis ein Hornblendegneis, der jenem in gleicher Streichrichtung folgt. Das Streichen des Gesteins bleibt mit kleinen Abweichungen stets nahe an N. 50° O., einer Richtung, die ungefähr dem Streichen der altkristallinen Gesteine im brasilianischen Küstengebirge parallel läuft sowie dem der Cuyaba-Schiefer im nördlichen Matto Grosso. Vielfach ist das Grundgestein von aplitischen Massen durchzogen oder von schmalen Gängen von Feldspat und Quarz, der aber auch wieder wie stockförmig auftreten kann. Es fehlt nicht an pegmatitischen Bildungen der letztgenannten Mineralien in typischem Schriftgranit (bei Zanja morotí). Wo die Quarze in derberen Massen zur Ausbildung gelangt sind, da nehmen sie gewöhnlich erhöhte Stellen innerhalb des Plateaus ein, dank ihrer schweren Zugänglichkeit gegenüber den Kräften der Verwitterung. So dankt die höchste Erhebung des Plateaus, der Cerrito Desgracia, ihre dominierende Stellung über die Umgebung nur der Härte des Quarzes. Die paar leichten Hügel, die mit dem Cerrito eine deutliche NW.-Richtung angeben, weisen auf ein gangförmiges Auftreten des Gesteins.

Häufig lassen sich Kluftlinien und schwache Dislokationen beobachten. Davon werden auch die Gänge von Granit, Aplit und anderen betroffen, und besonders die Adern und Gänge von Quarz und Feldspat sind dadurch stark zertrümmert und zerfallen in scharfkantige Bruchstücke. Bei diesen Linien ist NW.-Richtung viel vertreten (N. 30—50° W.). Manche Gneise (und auch Granite) sind nach innen stark zersetzt und weich, andere wieder zwar zersetzt, aber von einer harten, dunklen Schutzrinde umgeben, die den Zerfall des Gesteins hindert. An den Graniten, wo sie massig aus-

gebildet sind (in der Höhe des Cerrito Desgracia), zeigt sich auch die schalige Absonderung und die bekannte Wollsackbildung. Leicht unterliegt der Feldspat den Kräften der Zersetzung und Auflösung. Seine tonigen Bestandteile werden von unzähligen Rinnen talwärts geführt, deren Wasser dadurch gewöhnlich getrübt ist.

Die Täler der größeren Gewässer des Plateaus sind im Verhältnis zu ihrer Wassermenge sehr breit. Die meisten von ihnen sind in weiche jugendliche Bildungen von sandig-toniger Beschaffenheit eingeschnitten, nur die Tälchen der Seitenbäche machen zum Teil eine Ausnahme davon. Die Verbindung zweier Talrinnen erfolgt mit ziemlicher Regelmäßigkeit in einem Sumpfland, das fast ein ständiger Begleiter der Gewässer ist. Im Querschnitt zeigen die Täler gewöhnlich folgende Form:

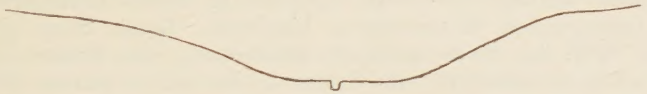


Fig. 2.

Man geht kaum in der Annahme fehl, daß man in den Gneisen und Graniten der Plateaulandschaft vornehmlich alte Gesteine vor sich hat, Gesteine von ähnlichem Alter wie die der brasilianischen Küstenzone (archäisch), mit denen sie nordöstliches Streichen gemeinsam haben (wie auch mit den vordevonischen Cuyabaschiefern). Darnach müßte ihre Faltung ins Paläozoikum fallen und zwar mindestens noch vor die Devonzeit. In die alten, zu Gneisen gewordenen Granite sind jedoch später noch jüngere eingedrungen, die an manchen Stellen wieder zu Variationen (Aplite, Pegmatite) führen. Und auch nach dieser Zeit muß dieses Gebiet noch von Störungen getroffen worden sein, wie sich notwendigerweise aus den zahlreichen Kluftlinien ergibt, die alle Gesteine durchziehen, und die nicht selten minimalen Horizontalverschiebungen gleichkommen.

Morphologisch betrachtet, darf man das heutige Plateau als den Rest eines alten Faltengebirges auffassen, das vermutlich schon seit Beginn der Devonzeit Festland geblieben oder doch keine langdauernden Transpressionen mehr erfahren hat. Die destruktiven Kräfte hatten das Gebirge längst abgetragen, es zu einem Peneplain gestaltet, ehe die jüngste Zeit ihre Spuren schaffen konnte. Denn die meisten Täler scheinen Erzeugnisse aus älterer Zeit zu sein. Nachdem die Erosion fast zum Stillstand gekommen oder überhaupt geruht, wurde sie erst in junger geologischer Zeit wieder zur Tätigkeit angeregt. Die Gewässer folgten alten Hohlformen und so sehen wir heute viele von ihnen, nahe ihrer Quelle, in weiche tonig-sandige Sedimente einschneiden, (Pitanoaga, Itasilla, Plantengue, Saty), die sie einst nicht mehr fortzuschaffen imstande gewesen.

Das Plateau — ich nenne es fortan nach einer Oertlichkeit in seiner Mitte: Satý-Plateau — erweist sich als einen der ältesten

Teile des zentralen Südamerika und vor allem auch von Paraguay selber. Außer den erwähnten kristallinen Gesteinen in Brasilien tauchen erst ähnliche alte Gesteine in den pampinen Sierren und in der Vorkordillere auf, außerdem in Uruguay und südwestlich von Buenos Aires.

Das ganz lokale Vorkommen von Granit bei Caballero cué am unteren Termentino und einige 20 km weiter östlich (Nähe von Aramburú), sowie das Erscheinen von Gneis bei Bella Vista am oberen Apa muß wohl mit der Hauptmasse des Gesteins in unserem Plateau in Verbindung gebracht werden. Es sind vielleicht nur Reste, die durch spätere Ueberlagerungen oberflächlich von dem anderen getrennt sind.

Schaut man von dem Cerrito Desgracia, der sich an 40 m über seine Umgebung erhebt, gegen W., so sieht man über das Satyplateau hinweg in 30 km Entfernung einen nordwärts ganz leicht ansteigenden Höhenrücken hinziehen, Loma Poná genannt, und im NW. in etwas größerer Entfernung die höheren Linien eines Gebirges aufsteigen, die Sierra de las quinze puntas (Gebirge der 15 Spitzen). Es ist dies jenes früher erwähnte Bergland in dem Winkel zwischen Paraguay und unterem Apa. Die Karten und Bücher von Paraguay führen es gewöhnlich als einen Ausläufer der Sierra Amambay an, als eine Abzweigung davon, die sich bei Punta Pona (Siedlung im Osten) von der Hauptmasse trennen soll. Diese Darstellung entspricht, wie ich schon an anderer Stelle dargetan, nicht der Wirklichkeit. Dieses Bergland ist vielmehr der Ausläufer eines langen Bergzuges, der in südsüdwestlicher Richtung durch das südliche Matto Grosso streicht, den Apa überschreitet und im nördlichen Paraguay sein Ende hat. Von einer Verbindung mit der genannten Sierra Amambay im Osten ergibt sich südlich des Rio Apa nicht das geringste Zeichen, das jene frühere Darstellung stützen könnte.

Die Sierra de las 15 puntas oder das Apabergland, wie ich sie kurz bezeichnen will, erhebt sich nordwestlich von dem Satyplateau, von diesem durch das Tal des Flüßchens La Paz, bezw. durch eine schmale Senke in dessen Fortsetzung gegen den Apa hin getrennt (der La Paz wendet sich im Mittellauf westlich). Sie ist südlich des Apa nur auf ein kleines Gebiet ausgedehnt, auf kaum 600 qkm. Wollte man aber die im W. und S. davon gelegenen niedrigen Höhen dazu rechnen, so würde sich eine Erstreckung bis zum Flüßchen Tagatiyá und zum Paraguay ergeben, sogar noch darüber hinaus, denn noch im Chako zeigen sich leichte Höhen, die zu den anderen gehören. Alle diese niedrigen Höhenzüge aber sind äußerlich scharf von dem eigentlichen Apabergland geschieden und sind unter sich selbst wieder durch Ebenen oder wellige Vertiefungen getrennt.

Schroff hebt sich das Apabergland aus seiner Umgebung und mag wohl an 300—400 m darüber steigen. Steile Hänge (bis über 40^0 geneigt) vereinigen sich zu schmalen gratartigen Kämmen, die

oft ein paar Kilometer weit, langsam steigend oder fallend, in einer Richtung hinziehen, plötzlich scharf zur Tiefe abbrechen und dann in anderer Richtung weiterziehen. So entstehen im Bergland längliche oder rundliche Vertiefungen von mehreren Quadratkilometern Größe, umschlossen von steilen Hängen. Innerhalb dieser ziemlich ebenen, kesselartigen Becken erheben sich zuweilen schwächere kuppenförmige Berge. Die Becken können durch paßartige tiefe Einschnitte selbst wieder miteinander verbunden sein. Ihre Entwässerung erfolgt ausschließlich nach W. oder NNW., in welcher Richtung sie oft weit geöffnet sind (im nördlichen Teil besonders). Merkwürdigerweise bringt diese Sierra nach Osten hin kein nennenswertes Gewässer zur Ausbildung, wenn man von dem Flüßchen absieht, das zwischen ihr und dem Satyplateau dem Apa zufließt. Nach dieser Seite (O.) wird sie von den Hängen ziemlich schroff abgeschnitten, obwohl es auch da nicht an schmalen Einschnitten fehlt.

Die vorherrschenden Gesteine dieses Gebietes sind Glimmerschiefer, zu denen sich in zweiter Linie Sandsteine und verschiedene Eruptivsteine, wie Syenite und Porphyre, gesellen. Am Flüßchen La Paz, an der Uebergangsstelle zum Satyplateau (bei S. Luis), zeigt sich grobkörniger Gneis (Augengneis), durchsetzt von Ganggranit. Im allgemeinen darf man sagen, daß die Syenite, Porphyre, Felsitporphyre in tiefer Lage, in den Kesseln und auf den kuppenartigen Erhebungen innerhalb derselben erscheinen, während die Glimmerschiefer (vornehmlich Muskowitschiefer), metamorphe Sandsteine und Quarzite in höherem Niveau die Hänge und Kämme bilden. Damit soll jedoch nicht behauptet werden, daß die Glimmerschiefer nicht auch im Kesselboden selbst zutage treten können. Man wird ihnen auch da begegnen. Dagegen scheint das Eruptivgestein von den Kämmen ausgeschlossen zu sein, wenigstens habe ich bei der Besteigung mehrerer Berge nichts davon wahrnehmen können. Aus den Formen der Erhebungen läßt sich mit ziemlicher Sicherheit ein Schluß auf die Gesteinsart ziehen. Der Glimmerschiefer zeigt ein veränderliches Streichen; gewöhnlich hält sich dieses um N. 20° O., kommt jedoch am Westrand zu N. 35° W. Das Fallen hält sich stets nahe an 40° auf der Ostseite.

In den hohen Lagen wird oft eine vielgewundene Fältelung bemerkbar, bei starkem Hervortreten des Glimmers. An den Hängen wird man selten Stücke von weißem Quarz vermissen, der zuweilen noch in starken Adern im anderen Gestein (Glimmerschiefer) auftritt. Im nördlichen Teil des Berglandes, in der Cerrania Quaicurú, habe ich einen wenig veränderten massigen Sandstein über dem Glimmerschiefer getroffen; der Sandstein bildet hier die höchsten Erhebungen. Nach Osten hin findet man quarzitischen Sandstein schon in tieferer Lage, am Rio Apa (Arrecife) bereits im Niveau des Flusses. Quarzite setzen im südlichen Teil die niedrigen Berge bei S. Luis zusammen. Der Sandstein am Rio Apa streicht genau N.—S. und fällt mit 50° nach O. ein.

Das bedeutende Schwanken der Streichrichtung des Gesteins innerhalb des Apaberglandes steht in scharfem Gegensatz zu dem gleichmäßigen Streichen der Gneise im Satyplateau. Obwohl diese Tatsache einen gemeinsamen Faltungsprozeß nicht ausschließt, so spricht sie doch mehr dafür, daß die faltende Kraft in beiden Gebieten zu verschiedener Zeit wirksam gewesen ist, im Gestein des Apaberglandes später als in dem des Satyplateaus.

Die Gneise des Satyplateaus mit den Glimmerschiefern und Quarziten in genetische Beziehung zu bringen, besteht, soweit meine Beobachtungen reichen, kein Anlaß. Es ist kaum zweifelhaft, daß diese Gesteine aus Tonschiefern und Sandsteinen hervorgegangen sind. Als solche hatten sie sich wohl am Rande des alten Gneis-Granitmassivs abgelagert, um dann, sei es durch Druck oder in Kontakt mit den Eruptivgesteinen, die wir heute innerhalb des Berglandes treffen, metamorphen Einflüssen unterworfen zu werden. Starke tektonische Erscheinungen spielen hier eine große Rolle. Das ergibt sich schon aus der intensiven Faltung und der starken Zertrümmerung des Gesteins sowie aus der Metamorphose der Sedimente an solchen Stellen, wo Kontakteinfluß ausgeschlossen ist. Ueberaus zahlreiche Kluftlinien durchziehen das Gestein nach allen Richtungen von O. bis W. Am auffallendsten aber spricht die eigenartige Stellung des Apaberglandes zu seiner Umgebung für große tektonische Vorgänge.

Nach O. und W. schneidet das Gebirge ungemein scharf zur Ebene ab; nach beiden Seiten fällt damit eine Grenze des Gesteins zusammen. Geht man aus dem weiten Becken der Estanzia Centurion nach W. bezw. SW., so tritt man nach 10—12 km aus den Bergen in die offene Ebene und gleichzeitig in die Region von Kalken; ebenso wenn man sich von S. Luis in west-südwestlicher Richtung auf dem Wege zum Paraguayfluß bewegt. Verbindet man die Uebergangsstellen durch eine Linie, so ergibt sich eine ziemlich scharfe Grenze von N. 20° W. Richtung zwischen den Gesteinen des Berglandes und den Kalken. An einem Punkt (W. von Centurion) konnte ich am Uebergang ein Reibungsprodukt von Kalk mit kleinen Einschlüssen von Glimmerschiefer feststellen. Innerhalb weniger Meter Entfernung weist dort der Glimmerschiefer ein Streichen von N. 35° W. (bei östlichem Einfallen mit 40°) auf, während der Kalk N. 15° O. streicht (bei westlichem Einfallen mit 40°). Wir haben es hier an der Westgrenze mit einer Verwerfung zu tun, die ungefähr N. 20° W. verläuft.

Die Ostseite läßt unmittelbare Beobachtungen in dieser Hinsicht schwieriger zu, da die Sierra hier ihren Fuß mehr mit Verwitterungsmaterial umhüllt; aber auch da macht die Konfiguration des Geländes die Annahme einer ähnlich verlaufenden Verwerfungslinie notwendig. Ich habe schon früher die scharfe Trennung des Berglandes von dem Satyplateau durch eine Senke erwähnt und bereits angeführt, daß im Tale des Flüßchens La Paz die Gneise verschwinden, um Quarziten und Glimmerschiefern Raum zu geben.

Außerdem stellt der Cerro Paiba, der sich östlich von der bezeichneten Senke am NW. Rand des Satyplateaus an 150 m aus der Ebene erhebt, eine sehr auffallende Erscheinung dar. Dieser steil aufgerichtete isolierte, plateauartige Rücken führt nun dieselben Kalke, wie sie auf der Westseite des Berglandes vorkommen, hier jedoch mit N. 75° O. Streichen und 40° südlichem Einfallen. Sonst aber sind östlich des Apaberglandes erst in der Entfernung vieler Kilometer davon wieder Kalke (am Bach Itaqui, nahe am Apa) zu finden. Der Kalk des Cerro Paiba, allenthalben mit dem übrigen Vorkommen identisch, zeigt unter festen Bildungen aber auch weichere, weißliche Massen, die einem Reibungsprodukt durchaus gleichen. Aehnliches Material habe ich, wenn man von jenem an der Westgrenze absieht, an keiner Stelle mehr getroffen. Innerhalb des Berglandes ist es mir nicht möglich gewesen, Kalk zu finden. Daß er aber auch hier einst vorhanden gewesen, wird schon aus der Identität des Gesteins östlich und westlich davon wahrscheinlich gemacht, mehr aber dadurch, daß noch an verschiedenen Stellen des Berglandes der Sandstein vorhanden ist, der das Liegende des Kalkes bildet, wie sich beim Graben eines Brunnens in der Nähe des Paraguay (Estanzia Arrecife) erwiesen hat. Die teils massigen, teils plattigen Sandsteine haben sich infolge ihrer größeren Widerstandsfähigkeit gegen die Atmosphärilien da und dort noch als Reste auf den Hängen und Kämmen erhalten, während ihnen der leicht lösliche Kalk bereits zum Opfer gefallen ist. Die Kluft, welche Apabergland und Cerro Paiba bezw. das Satyplateau trennt, gibt wohl ebenfalls die Richtung einer Verwerfung an.

Bei Erwägung all dieser Erscheinungen findet die scharfe Sonderstellung des Apaberglandes ihre Erklärung entweder in einer starken Hebung gegenüber ihrer Umgebung oder in einer Senkung der Randpartien. Und so erscheint mir diese Sierra nur als ein schmales Horstgebirge am Rande des Peneplain, begrenzt von zwei Linien, die wenig westlich von der Nordrichtung abweichen. Der Horstbildung ist die Faltung vorausgegangen, so daß deren Folgen von den jüngeren Verwerfungen wieder beeinflußt werden konnten. Vermutlich ist die Entstehung der Scholle erst in später Zeit erfolgt, da die Abtragung trotz der weichen Beschaffenheit der vor-

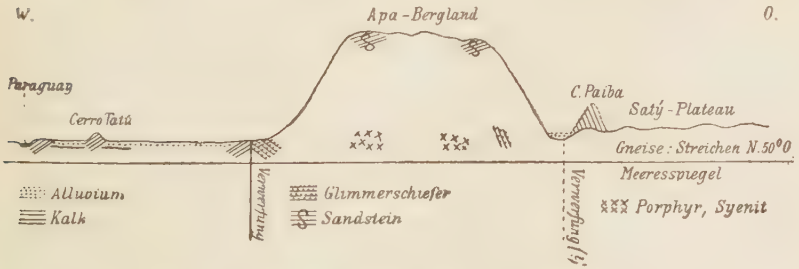


Fig. 3. Schemat. Profil durch das Apabergland.

herrschenden Glimmerschiefer nur wenig von den Rändern nach dem Innern fortgeschritten ist.

Der weiche Zustand des Hauptgesteins und die starke Zerklüftung aller Gesteine begünstigt die Abtragung des Gebirges überaus. Das Zerstörungsmaterial wird mit einer Schnelligkeit fortgeschafft, daß sich am Fuß der Gehänge kaum ein Schuttkegel bilden kann, so sehr auch die lockeren Massen der Glimmerschiefer zur Tiefe streben. Die alluviale oder eluviale Decke in den Becken des Berglandes ist, wo sie vorhanden, gewöhnlich nur ein paar Meter mächtig, fast alles Material ist von den kleinen Gewässern hinausgetragen worden. Diese Tatsache ist um so erstaunlicher, als das Niveau des kesselartigen Beckens nur wenig über dem Niveau des Paraguay und des Apa liegen dürfte. Wohl mag auch dem Wind ein Teil des Transportes zukommen.

So leichte Arbeit aber die Erosion in dem weichen Gestein auch finden mag, so wird es doch schwer, die kesselartigen Becken innerhalb des Berglandes in ihrer Entstehung auf deren Kräfte allein zurückzuführen. Diese Becken sind alle nach der W. oder NNW. Seite entwässert, aber in ihrer Form erscheinen sie manchmal ganz unabhängig von den fließenden Gewässern. Im Innern ziemlich eben, werden sie von rasch aufsteigenden Kämmen eingefaßt, die in scharf ausgeprägter Richtung und in ebenso scharfer Biegung hinziehen. Ein so eigenartiger Verlauf der begrenzenden Kammlinien läßt sich nicht leicht mit der Erosionswirkung in Einklang bringen. Die Ausgänge der Becken sind wohl im nördlichen Teil des Berglandes weit (nach W.) geöffnet, nicht aber im südlichen. Die Erosion jedoch schafft unter gleichen Bedingungen ähnliche Formen, d. h. es kann nicht hier eine Verengerung des Kessels gegen den Ausgang hin eintreten, während sich dort eine natürliche Erweiterung einstellt. Nach der Seite der Entwässerung darf man bei Voraussetzung der Erosion als der allein schaffenden Kraft im allgemeinen eine Abnahme der Kammhöhe erwarten; auch das ist hier nicht immer der Fall.

Wir wissen nun, daß tektonische Störungen mannigfacher Art im ganzen Bergland zur Geltung gekommen sind, und wir kennen eruptive Gesteine, die innerhalb der Becken als Syenite oder Porphyre zutage treten. Diese Umstände legen die Möglichkeit nahe, daß die Becken durch Einbrüche vorgebildet sind. Diese Annahme wiederum gibt eine Erklärung für den auffallenden Verlauf der Hauptgewässer des Berglandes. Der Apa schlägt sich einen Weg durch das Gebirge, welches die östliche Umgebung weit überragt, er hätte demgemäß Anlaß gehabt, sich weiter östlich einen Ausweg zu suchen, sei es durch die mehrerwähnte Senke oder noch weiter oberhalb, wo ihm das Gelände günstiger gewesen wäre.

Merkwürdiger ist noch der Lauf des Flüßchens La Paz. Dieses Gewässer sammelt sich in einer leichten Vertiefung zwischen dem Apaberglaud, den südwärts vorgelagerten niederen Höhen und dem Satyplateau; anfangs hat es Neigung, die Senke zum Abfluß gegen

den Apa zu benutzen; statt dessen aber biegt es 2 km nördlich von S. Luis scharf von seiner ursprünglichen Richtung ab und tritt durch einen engen Paß in das relativ hohe Bergland ein, um es in westlicher Richtung zu durchfließen und ins Tiefland des Paraguay zu gelangen.

Um ähnliche Erscheinungen handelt es sich bei den kleinen Bächen, die aus demselben Gebiet wie der La Paz kommen. Sie fließen aus niedrigem, welligem Gelände dem viel höheren Bergland zu, treten in schmalen Eingängen ein und vereinigen sich mit dem vorgenannten Flüßchen. Hier handelt es sich nur um kleine Rinnen, die keine Kräfte entfalten können wie etwa der Apa. Sie sind unmöglich imstande gewesen, die hohen Kämme zu durchschneiden, wenn man nicht Bruchlinien im Innern oder am Rande (S.) des Berglandes annehmen will.

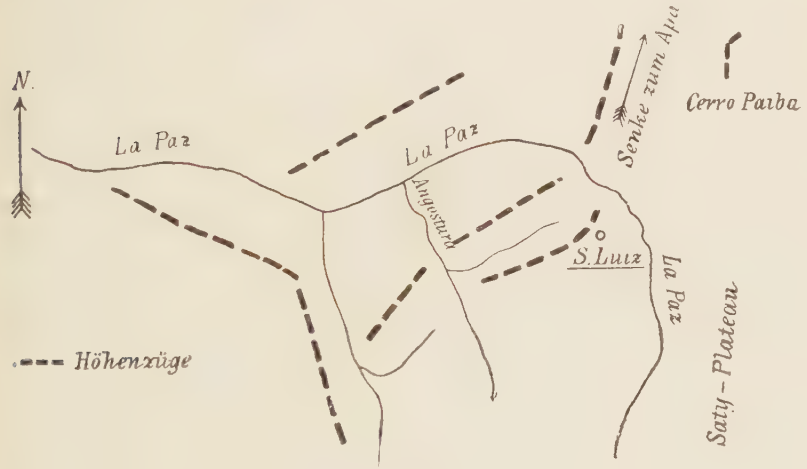


Fig. 4. Skizze der Landschaft am oberen La Paz.

Ueber das Alter der Glimmerschiefer will ich erst nach Betrachtung der Kalkzone eine Meinung bringen. So viel nur sei hier gesagt, daß sie wahrscheinlich vorkarbonischen Alters sind.

Verläßt man das Apabergland in westlicher Richtung, so tritt man in ebenes Gelände und damit in die Region des erwähnten Kalkes ein. Nach einigen 100 m (dies gilt nur für den nördlichen Teil) aber taucht dies Gestein unter jungen, kalkig-tonigen (weichen) Sedimenten von graubrauner bis schwärzlicher Farbe unter, um erst wieder nach mehreren Kilometern ganz vorübergehend an einem isolierten Berg (Cerrito Tatú), bezw. nach zweiter Unterbrechung (an 4 km) am Paraguayfluß zu erscheinen. Weiter südlich aber kommt dem Kalk eine mehr zusammenhängende Verbreitung zu. Von seiner Westgrenze, als welche im ganzen der Paraguayfluß betrachtet werden

kann, wahrt er dort gegen O. hin schon größere Partien der Oberfläche, wie zwischen Puerto Max und Postillon und weiter östlich im Potrero occulto, oder mehr südlich davon im Gebiet der Estanzien: Arrecife, S. Nicolas, Abente, Uran cué bis zur früher erwähnten Höhe von Loma Pona. Hier im südlichen Teil kennzeichnet sich das Erscheinen des Kalkes in schwach (SW.) geneigten Flächen oder langen niederen Rücken oder auch in plateauartiger Erhöhung wie in der Höhe der Loma Pona.

Dies Gebiet, in welchem der Kalk für etwas belebtere Formen des Geländes in bezeichneter Art geltend wird, liegt annähernd südlich vom Apabergland, von diesem durch ein tieferes Zwischenstück (Quellgebiet des La Paz) getrennt. Obwohl hügelige Formen bis auf ein paar Kilometer vom Aquidaban südwärts ziehen, so scheinen sie doch dort keinen Kalk mehr zu führen. Dagegen kommen noch innerhalb des südlichen Teiles des Satyplateaus räumlich beschränkte Stücke desselben Kalksteines vor, ohne Verbindung mit dem vorigen, so an zwei Stellen auf dem Wege von Estanzia Mirabaud nach Villa Sana, und östlich davon am Flüßchen Itasilla und Pitanoaga. Weiter östlich aber fehlt der Kalk hier vollständig.

Im Norden, wo der Kalkstein dem linken Ufer des Paraguay bis gegen die Apamündung mit Unterbrechung folgt, scheinen auch die länglichen Rücken (ungefähr 100 m hoch) bei Puerto Casado im Chako zu dieser Zone zu gehören, vielleicht auch noch die weiter nördlich als: siete Cabezas (7 Köpfe) bekannten niederen Berge. Vom Apa selbst erwähnt R. Pöhlmann oolithischen Kalkstein, den ich auch im Cerrito Tatu gefunden habe. Oestlich des Apabergl andes habe ich, von dem bereits angeführten Cerro Paiba abgesehen, erst in ungefähr 40 km Entfernung davon am Bach Itaqui, ganz nahe am Rio Apa dasselbe Gestein wiedergetroffen. Ueberall ist es der gleiche graublaue Kalk, gewöhnlich in starken Bänken abgelagert. Nur am Paraguay unterhalb des Puerto Foncière habe ich ihn in massiger Ausbildung, stark metamorphosiert, gesehen. Aber auch sonst, wo er in Schichten erscheint, hat er leicht metamorphosiertes Aussehen, an wenigen Stellen (Itasilla) aber stark genug, um ihn zu marmorähnlicher Bildung zu machen. Ob der oolithische Kalk vom unteren Apa und vom Cerrito Tatu nur eine lokale Varietät innerhalb des anderen darstellt oder doch größere Ausdehnung besitzt, läßt sich bis jetzt nicht bestimmen. Wohl zweifellos hat der Kalkstein dieses Gebietes seine Fortsetzung in Matto Grosso, wo uns im südlichen Teil schon lange ein derartiges Gestein bekannt ist. Von dort erwähnt F. E. Castelnau die Uebereinstimmung des Gesteins bei Miranda mit dem, welches er unterhalb Corumba getroffen. Bei dem Kalk von Corumba ist mir selbst wieder die große Aehnlichkeit mit dem paraguayer Vorkommen aufgefallen, eine Beobachtung, die jene von J. W. Evans bestätigt.

Das Streichen des Kalkes im nördlichen Paraguay bleibt sich nicht gleich. In dem Maße, als man sich von S. nach N. durch sein Gebiet bewegt, geht die Strichrichtung aus NNW. zu N. und NNO

über, bezw. an einer Stelle am Rande des Apaberglandes zu N. 65 ⁰ O. Es ergibt sich also ein bogenförmiger Verlauf der Streichrichtung. Soweit die Schichten westlich des Apaberglandes und des Satyplateaus liegen, zeigen sie westliches Einfallen. Oestlich der angegebenen Begrenzung aber tritt in den isolierten Partien (Cerro Paiba, am Itasilla u. a. O.) stets östliches Einfallen auf. Der Einfallswinkel bewegt sich zwischen 20 und 40 ⁰. Wie ich bereits früher erwähnt, bildet ein roter Sandstein des Liegende des Kalksteines.

Im südlichen Teil, wo der Kalkstein zwischen Paraguay und der Höhe Loma Pona am weitesten an der Oberfläche verbreitet ist, wird das hügelige Gelände von zwei Flüßchen: Tagatiyá quazú und Tagatiya-mi durchschnitten. Der Lauf dieser Gewässer folgt in SW. Richtung annähernd der Fallrichtung des Gesteins. Das Erscheinen zweier relativ starker Flüßchen in der Kalkzone, die sich sonst gewöhnlich nicht durch Reichtum an Wasser auszeichnet, ist auffallend, besonders auch das Erscheinen mehrerer Bäche in kurzer Entfernung voneinander, in der Nähe der Estanzia Abente. Aller Wahrscheinlichkeit nach sammelt sich das Wasser im Bereich des Sandsteines, der oft nur in geringer Tiefe liegt (Estanzia Arrecife). In all diesen Rinnen kann man gelbliche oder rötliche Quarzstückchen finden, die offenbar dem Sandstein entstammen.

Ostwärts von Abente und Urancué neigt der Kalk zur Prägung von mehr oder weniger N.—S. laufenden Rücken, ähnlich dem schmalen Zug am Paraguay, der sich zwischen Puerto Max und Puerto dos fast N.—S. auf einige Kilometer Länge bis gegen 80 m Höhe hinzieht, ähnlich auch dem Zug bei Puerto Casado im Chako. Als Reste solcher Rücken können die aus gleichmäßiger Ebene 30 bis 40 m hoch ragenden Berge, die sich ganz isoliert zwischen Apaberglaud und Paraguayfluß zeigen (Cerrito Tatu), gelten.

Unter anderer Oberflächenform erscheint der Kalk wieder in der Höhe von Loma Pona. Diese Erhebung stellt ein echtes Plateau dar. Als solches erhebt es sich an der Westseite des Satyplateaus wohl an 50 m über dieses, getrennt von ihm durch das breite, tiefe Tal des Plantengue. Vom Apaberglaud ist es durch eine (wohl erodierte) breite, unregelmäßige Senke geschieden (Quellgebiet des La Paz), die zwischen alle drei erwähnten Gebilde trennend tritt. Nach N. und O. bricht das Loma Ponaplateau scharf ab, hier unter einem Winkel von 60 ⁰. Die Linie dieses östlichen Abbruches verläuft NNW. Ob sich das Plateau nach W. hin ebenso scharf von seiner Umgebung abhebt, kann ich aus eigener Kenntnis nicht sagen, doch muß ich es aus mündlichen Berichten anderer annehmen. Nach S. hin scheint es sich allmählich in dem hügeligen Gelände seiner Umgebung aufzulösen. Seine Längsausdehnung mag wohl an 20 km betragen, seine Breite ebenfalls einige Kilometer. Trotz seiner unbedeutenden Höhe kommt dieses Plateau mit seinen scharfen Absätzen als besondere Geländeform zur Geltung, zumal wenn man aus dem Satyplateau herantritt.

Mit steiler, waldiger Flanke, bedeckt von gewaltigen Trümmern eines anscheinend porphyrischen Gesteins, hebt es sich rasch aus der tiefen Talung des Plantengue, um dann oben eine weite ebene Fläche mit offenem Weideland zu bilden. Sobald man die Oberfläche des Plateaus erreicht hat, sieht man die rötlichen Gesteine von eruptivem Habitus dem bekannten Kalk Platz machen. Dessen Lagerung aber steht in keiner Beziehung zu der Ebene dieser Erhebung. Es ist wieder der nämliche Kalkstein, den wir westwärts getroffen, und sein Streichen und sein Einfallen entspricht jenem früheren Vorkommen (Str. N. 15° W., Fall N. 35° W.).

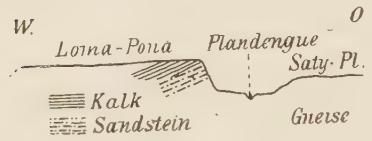


Fig. 5. Str. N. 15° W., Fall N. 35° W.

Am Rand (O.) hat es den Anschein, als keilten sich die Schichten des Kalkes aus. Man darf wohl annehmen, daß dieses Gestein über das ganze Loma Pona-Plateau hin an die Oberfläche tritt oder ihr doch ganz nahe bleibt, sonst müßte sich das in einer Aenderung der Oberflächenform geltend machen. Die ganze Plateaulandschaft ist als wasserlos bekannt, nur am Uebergang des Kalkes zum Liegenden tritt Wasser zutage. Dieses Liegende nun, das uns beim Aufstieg als ein porphyrisches Gestein erschienen ist, erweist sich als ein eigenartiges petrographisches Gebilde. Es verliert nämlich nach oben hin, je näher wir dem Kalke kommen, um so mehr von seinem porphyrischen Aussehen. Das anfangs massige Material lagert sich nach oben in dicken Bänken, und darin erscheinen runde Einschlüsse, wie sie im echten Sediment vorzukommen pflegen, richtig streifig im gleichen Horizont eingelagert. Es kann da kein Zweifel sein, daß wir auch hier ein echtes metamorphosiertes Sediment vor uns haben, jenen Sandstein, den wir als das Liegende des Kalkes von anderer Stelle kennen. Der Uebergang des Sandsteins in ein porphyrähnliches Gestein vollzieht sich unmerklich (nach unten hin). Auch der Kalk zeigt metamorphen Einfluß, er ist, wie überall, leicht kristallin.

Nach meiner Auffassung ist in dem Plateau von Loma Pona dieselbe Kraft wirksam gewesen, die das Apabergland geschaffen hat, eine Vertikaldislokation. Die beiden so als Horste aufgefaßten Erhebungen liegen in NNW.—SSO. Richtung zueinander. In dieser Lage kommt jene Verwerfungslinie am Westrand des Apabergландes zum Ausdruck, und zwar in diesem Falle an der steilen Ostflanke, die annähernd N. 20° W. zieht. Beide Teile mögen dann zu gleicher Zeit ihre Entstehung erfahren haben, mit dem Unterschied nur, daß sich die gestaltende Kraft nach S. hin allmählich abgeschwächt hat. Im südlichen Matto Grosso, wo das Apabergland in NNO. Richtung seine Fortsetzung findet, liegt das Niveau der Berge höher als im Apabergland, hier wieder im nördlichen Teil höher als im südlichen, und hier wieder höher als im Pona-Plateau. In der Richtung des ganzen Zuges ergibt sich ein leicht nach W. gekrümmter Bogen, der unter

der Breite des Apa seine weiteste Ausbiegung nach W. erfahren hat. Wie ich schon oben angegeben, zeigt das Streichen der Kalke eine ähnliche Bogenform. Der Entstehung des Plateaus als Horst muß die Faltung und die teilweise Abtragung der gefalteten Schichten vorausgegangen sein, sonst läßt sich schwer eine Erklärung für die breite horizontale Fläche finden, die sich in solcher Form erhalten konnte, während die niedrigere Umgebung mit gleichem Gestein wechselnde Formen erzeugen konnte. Für die ursprüngliche Bildung der ebenen Fläche aber eine Ursache geltend zu machen, unterlasse ich, da ich das Plateau nur an seinem Ostrand kenne. Seit der Hebung scheint das Plateau in seiner Oberflächengestalt wenig oder keine Veränderung erlitten zu haben, nur in seiner Ausdehnung ist es zurückgegangen. Dank der Härte seiner Unterlage weicht es jedoch nur sehr langsam von seinen Rändern zurück. Die Vertiefung zwischen dem Plateau und dem Apaberglаnd, die mit ihren schwach welligen Formen dem La Paz als Sammelbecken dient, kann durch allmählichen Rücktritt der beiden Erhebungen und durch tätige Erosion vielleicht erklärt werden, doch dürften tektonische Störungen vorausgegangen sein.

Wenn man die Kalkzone in ihrer ganzen Ausdehnung überblickt, so tritt trotz mancher Gegensätze in den Formen und der Lagerung das Gemeinsame stark hervor. Sie ist petrographisch ein ziemlich einheitliches Gebilde mit geringen Abweichungen und verdankt der nämlichen Kraft ihre gestörte Lage. Die faltende Kraft scheint von W. her wirksam gewesen zu sein und hat, wohl von der Masse der Gneisgranite des Satyplateaus aufgehalten, zu jenem bogenförmigen Verlauf der Falten geführt, wie wir ihn allenthalben auf der Westseite erkennen. Man kann die Schichten mit westlichem Einfallen als den Flügel einer großen Synklinale auffassen, die unter den Sedimenten des Chako begraben liegt, als einen Flügel, der selbst wieder in asymmetrische Falten gelegt wurde. Unter dieser Voraussetzung muß jeweils der östliche Faltenschenkel verkürzt zur Ausbildung, bezw. durch Zerreißung oder Auswalzung ziemlich zerstört worden sein, und der längere westliche Faltenschenkel mag sich über den mit gleicher (westlicher) Neigung schuppenartig hinaufgeschoben haben. Und vielleicht ließen sich von diesem Standpunkt aus die isolierten Kalkpartien östlich des Apaberglandes (Cerro Paiba) und im Satyplateau als Ueberschiebungen von der Hauptmasse betrachten, wenn man darin nicht einen erhaltenen (östlichen) Faltenschenkel erblicken will (hier überall östliches Einfallen).

Das Erscheinen der langen Rücken am Paraguay und der isolierten Hügel und Bänke von Kalk inmitten ebenen Geländes kann darin seine Erklärung finden. Nicht ausgeschlossen aber ist es, daß die Tektonik weniger kompliziert ist, daß die ganze Kalkzone nur von großen Brüchen durchzogen wird, an denen sich die einzelnen Stücke gegeneinander in vertikaler Richtung verschoben haben. Erst genauere Kenntnisse von diesem Gebiet mögen diese Frage entscheiden.

Trotz mancher Abweichung mögen Kalk und Glimmerschiefer gleichzeitig in Falten gelegt worden sein, diese nur am Rand des Gneisgranitmassivs einem intensiveren Druck unterworfen und stärker disloziert.

Fig. 6. Profil (ungefähr) der Kalkregion westlich von Loma Poná. (Ohne Maßstab.)

Die Verwitterungserscheinungen in der Kalkzone sind manchmal ganz ähnlicher Natur, wie wir sie in unseren Gebirgen zu sehen gewohnt sind. Sowohl die Neigung zur Bildung von Karrenfeldern macht sich in kleinem Maße geltend als die Höhenbildung (in der Nähe von Postillon). Eine auffallende Erscheinung ist in dem Kalkstein beim Saladero Risso am Paraguay zu beobachten. Hier hat das Flußwasser Vertiefungen in dem senkrecht abstürzenden Felsen geschaffen, die, von außen gesehen, mit der Form zweier Trichter verglichen werden können, welche mit den Hohlflächen einander zugekehrt sind.

Fig. 7.

Solche Bildungen finden sich mehrfach nebeneinander angeordnet. Sie ziehen sich einige Meter in den Felsen hinein, wo sie sich anscheinend erweitern. An der Färbung des Gesteins erkennt man, daß die größte Erweiterung dieser Höhlen in der Höhe des normalen Wasserstandes liegt. Diese Vertiefungen werden vornehmlich vom bewegten Wasser erzeugt, von den Wellen, die erst eine horizontale flache Rinne hervorbringen und sie dann immer mehr nach innen erweitern. Diesem Vorgang kommt die leichte Löslichkeit des Kalkes und vielleicht auch seine Struktur (Korallenkalk?) sehr zu statten. Ist auf solche Weise eine kleine Höhlung geschaffen, so erreichen eindringende Wellen darin erhöhte Kraft und vermögen innen rascher zu arbeiten als außen. Wo die Ufer nicht sehr hoch sind, können durch Einsturz des oberen Teiles der Höhlen terrassenähnliche Bildungen entstehen. Doch ist es gewagt, die schmalen Kalkterrassen, die heute an 15—20 m über dem Niveau des Paraguayflusses liegen, in dieser Art erklären zu wollen. Mit größerem Recht wird man diese einer Seebrandung zuschreiben. Dafür spricht der

Umstand, daß im Gebiet von Postillon unter 3 m dicken kalkigen, sandig-tonigen Schichten (ganz jung) eine rötliche Masse vom Aussehen eines kalkigen Tones auftritt (wasserführend, härtet sich an der Luft), deren Entstehen ein ruhiges Wasser voraussetzt. Auch die überaus gleichmäßigen Ebenen, die in großer Ausdehnung trennend zwischen die Kalkpartien treten, sprechen für eine junge Wasserbedeckung.

Ueber das Alter des Kalkes in Paraguay bestimmte Angaben zu machen, ist zurzeit noch nicht möglich. Die beiden Fossilien, die J. v. Siemiradzki als paraguayische Kalkfundstücke beschrieben und dem Karbon zugewiesen hat, können nicht als Beweis gelten, da ihre Herkunft unsicher ist. Im südlichen Matto Grosso aber soll marines Karbon (Kalk) nachgewiesen sein. Wie ich schon früher erwähnt, hat Paraguay mit diesem Teil Brasiliens in geologischer Hinsicht nahe Beziehungen. Von diesem Standpunkt aus gewinnt das karbonische Alter dieser Schichten allerdings viel Wahrscheinlichkeit. Auf das Vorkommen ähnlichen Kalksteines bei Corumba habe ich vorher schon aufmerksam gemacht. Die Karbonkalke scheinen demgemäß auch im zentralen Teil Südamerikas große Verbreitung zu haben.

Will man an diesem Alter der Kalke festhalten, so muß man für die Sandsteine und Glimmerschiefer des Apaberglandes eine frühere Zeit der Entstehung annehmen, da die Kalke das Hangende der Sandsteine darstellen und diese wieder über den Glimmerschiefern zu liegen scheinen. So ergibt sich für die Gesteine des Apaberglandes ein hohes Alter und vielleicht stehen sie den altkristallinen Schiefern vom östlichen Brasilien und von den insularen Gebirgen des zentralen Argentinien nicht ferne, zwischen denen O. Wien einen innigen Zusammenhang vermutet.

Ob das isolierte Vorkommen eines Kalkstreifens im zentralen Paraguay (bei S. Estanislao) in irgendwelcher Beziehung zu dem des Nordens steht, kann ich weder aus eigener Anschauung noch aus fremder Mitteilung sagen.

Wenn v. Fischer-Treuenfeld die Verwendung von Marmor bei den Bauten der Jesuiten (im Süden des Landes) erwähnt, so ist anzunehmen, daß dieses Material aus dem Norden des Landes nach Süden gebracht wurde.

Wie sich der Nordwesten Paraguays nach Bau und Oberflächenformen scharf in den einzelnen Teilen unterscheidet, so unterscheidet er sich auch hinsichtlich seiner Vegetationsdecke in den einzelnen Gebieten ziemlich auffällig. Vom Paraguayfluß östlich gegen Apabergland und Loma Pona-Plateau herrscht wohl das Weideland gegenüber dem mäßig hohen Wald vor, der stets an die erhöhten Partien des Geländes und in breiten Streifen an die Ufer der fließenden Gewässer gebunden ist, da und dort aber auch inmitten der Grasflur erscheint. Wo der Kalk keine Verwitterungsdecke geschaffen, ernährt er gewöhnlich nur eine Strauchvegetation oder auch Grasbestand. Als charakteristische Pflanze für die ebenen Gebiete

längs des Paraguay (und mehrere Kilometer landeinwärts), wo der Boden gerne zur Versumpfung führt, mag die Fächerpalme dienen, die drüben im Chako dann zu ausgedehnter Herrschaft gelangt.

Die Vegetationsform ändert sich sofort, wenn man aus der Region der Kalke, bezw. des jungsedimentären Bodens nach O. in die Zone der kristallinen Gesteine eintritt. Die scharfe Scheidung von Waldland und Grasflur schwindet. Offenes Grasland findet sich nur in beschränkten Partien, gewöhnlich ist es von niederen Bäumen oder einzelnen Sträuchern durchsetzt (Cerrato-Vegetation). Der Wald zieht sich auf ganz schmale Streifen an den Gewässern zurück und ist auch da nicht überall zu finden. Die Hänge der Berge sind von einer Mischung von Gräsern und krüppelhaften Bäumen besetzt; nur die Cerrania Quaicuru macht im höchsten Teil eine Ausnahme davon. Hier hat sich ein ziemlich üppiger Wald auf den Sandsteintrümmern und ihrem Verwitterungsprodukt angesiedelt.

Im allgemeinen ähnlich der Pflanzendecke des Apaberglandes ist die des Satyplateaus, nur kommt neben der vorherrschenden Cerratovegetation auch das reine Grasland in den wasserreichen Tälern und Tälchen zur Geltung. Der Wald nimmt ostwärts zu, erscheint aber gewöhnlich nur in kleinen Parzellen. Nach der Niederschlagsmenge (wohl an 1500 mm) wären dem Wald unter dieser Breite bessere Bedingungen gegeben, wenn sich seiner Ausbreitung nicht die Einflüsse des Bodens entgegenstellten.

Dieses ganze Gebiet des nördlichen Paraguay hat — mit Ausnahme der Paraguayufer — der Besiedlung ziemlich lange widerstanden. Erst in den letzten Jahrzehnten hat man sich mit diesem Gelände im Interesse der Viehwirtschaft vertraut gemacht. Weniger wird es die Scheu vor Indianern gewesen sein, die den Paraguayer so lange diese Gegenden meiden ließ, als die Scheu vor bergigem Gelände, das mit seiner vorwaltenden Cerrato-Vegetation einst vielleicht wenig günstig für die Viehzucht erschienen ist, seines Wasserreichtums wegen heute aber zu den bevorzugten Weidegebieten gerechnet wird.

II. Die Plateaulandschaft des Ostens (Sierra Amambay).

Bewegen wir uns aus dem Satyplateau ostwärts gegen die Sierra Amambay, so queren wir ein welliges Gelände mit Niveauunterschieden von ungefähr 30—40 m. Breite, fast regelmäßige Rücken scheiden flache Vertiefungen voneinander, derart, daß eine mehr großzügige Bodenform erzeugt wird. Von der Höhe der Rücken kann man ein weites Gebiet überschauen, dank dem Umstand, daß überall hier die offene Grasflur vorherrscht und selten ein Höhenwald den Ausblick hindert. Im Norden sieht man den bekannten Tafelberg, den Cerro Marguerita, ein paar 100 m seine Umgebung überragen. In seinem Hintergrund gewinnt der Boden allmählich an Höhe. Vor uns im O. zeigen sich die langen Linien einer anderen Erhebung, eines Bergzuges, der Sierra Amambay. Sie hat einige isolierte Berge wie zum Schutze vorgeschoben. Unvermittelt schwingt

sich da der schmale Rücken der Tranjerita auf, mit fast senkrechten Mauern in N.—S. Richtung ausgestreckt und weiter südlich der zerrissene Stock des Saramby, dem seinerseits wieder echte Tafelberge weit nach W. zur Ebene vorgeschoben sind. Es mögen wohl jene sein, die auf der F. Decoudschen Karte als Cerro Vacano und Cerro 25 de Mayo eingetragen sind. Bald nimmt wieder die Baumvegetation nach O. hin auf Kosten der Grasflur zu, die in dem rotbraunen, sandig-tonigen Boden (eluvial) ein gutes Fortkommen gefunden hatte. Nun sieht man zuweilen an den Wasserrinnen ein festes Gestein anstehen, feinen roten eisenschüssigen Sandstein, bis dann weiterhin nur mehr ein derber, massiger Sandstein erscheint. Die Bodenformen sind bestimmter geworden. Höhen und Vertiefungen treten in schärferen Gegensatz. Man ist zwischen isolierten Erhebungen hindurch bis an den Rand der Sierra Amambay gelangt, ohne viel an Höhe gewonnen zu haben.

Wenn man von der Estanzia Esperanza an der paraguayischen Nordgrenze auf die Sierra Amambay steigt, so erreicht man über rasch sich hebende Stufen und Strecken von ganz geringer Steigung nach ungefähr 30 km die Höhe des Gebirges bei der Estanzia Estrella. Dabei quert man einen üppigen Wald von ziemlich tropischem Gepräge in der Breite von 25 km, um auf der Höhe selbst in eine offene, aber dürftige Grasflur einzutreten.

In ähnlicher Weise vollzieht sich der Aufstieg von Cerro Corá nach Punta Pora oder von S. Fernando nach Ñu-Verá, immer über eine Strecke von ungefähr 25 km ausgedehnt und über steile Stufen und wenig geneigten Boden im Wechsel führend. Im Gegensatz dazu wird die Sierra Amambay von Igatimi her in der Richtung auf Ipehú viel schneller von dem Tiefland her erreicht. Zwar ist das Vorgelände stark wellig, aber der eigentliche Aufstieg erstreckt sich über kaum 3 km, vom Bach Bolas cua bis Ipehu.

Diese Sierra Amambay kann nur auf der Westseite, am Rande ihres Abbruches zum Paraguaytiefland, Anspruch auf die Bezeichnung als Gebirge machen. Wer vom Tiefland an sie herantritt, gewinnt dort zweifellos den Eindruck, daß er ein langgestrecktes Gebirge vor sich hat. Dieser Eindruck ändert sich, sobald man die Höhe erreicht hat, wenn man auf der Wasserscheide zwischen Paraguay und Parana angekommen ist. Der Charakter des Gebirges ist vollständig verschwunden, eine weite, wellige Ebene dehnt sich ostwärts aus. Nun erweist sich die sogenannte Sierra Amambay als ein echtes Plateau (Tafel) mit einem gegen W. gerichteten Steilrand und einzelnen vorgelagerten Tafelbergen. Ich habe die Bezeichnung „Plateau“ einer anderen — Tafel — vorgezogen, weil sich die Schichten nicht mehr in ursprünglicher Lage befinden, wenigstens nicht im nördlichen Teil, im Süden dagegen scheinen sie der Horizontalen nahe zu sein.

Die Sierra Amambay stellt die Fortsetzung der großen brasilianischen Tafellandschaft dar, die allenthalben in Matto Grosso ihren bruchähnlichen Steilrand zum großen Tiefland im Innern des

Kontinentes richtet und so das Aussehen eines N.—S. laufenden Gebirges hat. Wo sie, von Norden kommend, an die Grenze von Paraguay herantritt, in der Umgebung von Estrella, mag ihre Höhe 600—700 m betragen. H. Toeppen gibt für Estrella 690 m, für Punta Pona 660 m an. Für das weiter südlich gelegene Ñu-Verá habe ich ungefähr 500 m Seehöhe gefunden und für den Ort Ipehu, etwas nördlich vom 24° s. Br., ungefähr 420 m. Von hier an verläuft der Westrand des Plateaus weniger geradlinig gegen S. weiter. Unter dem genannten Breitegrad weicht er nach O. zurück, um dann wieder in unregelmäßigen Linien weit nach W. vorzuspringen und endlich von Carayao an ziemlich südlich gegen den Parana zu ziehen. Mit dem Vordringen nach W. nimmt jeweils die Höhe wieder etwas zu. Bei Caaguazú mag das Plateau noch ungefähr 300 m Seehöhe besitzen. Gegen den Parana schwächt es sich immer mehr ab.

Was ich hier als den Westrand des Plateaus bezeichnet, ist auf Karten und Büchern von Paraguay als Cordillera de Caaguazú verzeichnet. Nach diesen Angaben soll sich nämlich die Sierra Amambay unter dem 24° s. Br. in zwei Ketten scheiden, in die letztgenannte Cordillere und eine von dort östlich ziehende Sierra Mbaracayú. Diese Auffassung entspricht nicht der Wirklichkeit, wie ich weiter unten dartun will. Es sei zunächst nur gesagt, daß die Cordillera de Caaguazu nichts anderes als den Westrand des Plateaus darstellt.

Das westliche Vorgelände des Plateaus hält sich nicht überall auf gleicher Höhe. Während im nördlichen Teil die Tafelberge als dessen Vorläufer ziemlich unvermittelt aus dem Tiefland ragen, steigt weiter südlich davon (zwischen 23 und 24° s. Br.) der Boden vom Paraguay langsam gegen O. an, derart, daß bei S. Florenzo am Sierrarand schon 350 m an Höhe erreicht ist. (Concepcion am Paraguay ungefähr in 100 m Seehöhe.) Zwischen S. Fernando und Ñu-Verá (auf dem Plateau selbst gelegen) sind dann nur mehr 150 m Höhe auf eine Entfernung von annähernd 30 km zurückzulegen. Dabei markiert sich der Abbruch in einzelnen Stufen immer noch deutlich. Weiter südlich bleibt das Vorgelände unter 200 m. So liegt nach meiner Beobachtung die Siedlung Igatimi nur 180 m hoch, noch an 30 km von der Plateauhöhe (Ipehu) entfernt. Bis auf 3 km Weges von Ipehu hält sich hier das Vorgelände zwischen 200 und 300 m, bis zum Bach Bolas cua, dessen Bett nur in 210 m Seehöhe liegen dürfte. Rasch aber wird von hier aus das Plateau (ungefähr 420 m hoch) erreicht.

Wie von N. nach S., so verliert das Plateau auch von W. nach O. langsam an Höhe. Der Parana fließt an der Mündung des Parana-Panema in 240 m Seehöhe, zeigt oberhalb des Salto Quaira ungefähr 220 m und dürfte bei seiner Umbiegung nach W. höchstens noch 90—100 m Höhe haben. Somit nimmt der Boden des Plateaus vom Westrand bis zum Parana unter $22^1/_2{}^0$ s. Br. von 660 m auf 240 m ab, unter dem 24° s. Br. von 420 auf 220 m ab. Die Höhenlinie aber senkt sich nicht gleichmäßig zum Parana hin, son-

dern nimmt mit der Nähe dieses Flusses ein stärkeres Gefälle an. Das Plateau bei Ñu-Verá mit 500 m Höhe angenommen, zeigt in 100 km Entfernung nach O. noch an 400 m, um dann aber schneller zum Paranatal zu sinken. Südlich des Flusses Igatimi habe ich in 20 km Entfernung vom Parana noch 350 m Höhe getroffen (Parana dort in 220 m Höhe).

An der Oberfläche weist das Plateau trotz großer Einförmigkeit im Gesamteindruck doch eine lebhafte Modellierung im kleinen auf, soweit ich es auf dem Wege von Ñu-Verá zum Parana und von dort auf südwestlichem Wege bis gegen Villa Rica beobachten konnte. Schon an der Wasserscheide (Westrand des Plateaus) sind die Täler verhältnismäßig tief eingeschnitten, und man gewinnt den Eindruck, daß die Paraguayzuflüsse denen des Parana schon einen Teil ihres Oberlaufes abgegraben haben. — Man beachte z. B. den Oberlauf des Igatimi! Wenn ihn die Karten richtig darstellen, so spricht seine auffallende Umbiegung dafür, daß er sich aus einem früheren Nebenfluß entwickelt hat, nachdem der alte (wohl W.—O. gerichtete) Oberlauf den Paraguaygewässern zum Opfer gefallen war.

Zwischen Talboden und Höhe dürfte sich im östlichen Teil des Plateaus ein Unterschied von 100 m ergeben, der allerdings erst bei großer horizontaler Entfernung (mehrere Kilometer) erreicht wird. Unmittelbar südlich des Igatimi stehen sich Höhe und Tiefe schroffer gegenüber. Im ganzen aber bleibt die Oberfläche von schwach welligem Charakter, der nach O. hin großzügiger wird durch das Verschwinden kleiner Zwischenformen und die Zunahme des Gegensatzes von Tal und Höhenrücken.

Nördlich des Igatimi (Matto Grosso) läßt sich das Plateau mit seinem weitaus vorherrschenden offenen Grasland auf viele Kilometer überschauen, bis dann gegen den Parana hin der Wald nicht nur in den unteren Talhängen erscheint, sondern abwechselnd auch die Rücken selbst besetzt und so den Ueberblick auf große Entfernung stört.

Anders südlich des Igatimi. Dessen Lauf kann ziemlich als Grenze zweier Vegetationsformen gelten. Hier beherrscht der Wald mit ganz geringen Ausnahmen die Oberfläche des Plateaus. Nur zwischen Ihu und Caaguazú und im Gebiet von Palomares—Morombi zeigen sich innerhalb der Waldzone ausgedehnte Grasfluren.

Ich betone ausdrücklich, daß der Plateaucharakter auch südlich des Igatimi gewahrt bleibt. Damit bestreite ich die Existenz einer Sierra Mbaracayu. Wie ich schon vorher erwähnt, soll sich unter 24° s. Br. die Sierra Amambay in zwei Ketten scheiden, deren eine unter dem Namen Cordillera de Caaguazú südlich zieht (Westrand des Plateaus), deren andere östlich streichend zum Parana vordringt, diesen am Salto Quaira kreuzt und sich in Brasilien fortsetzt. Das ist nicht der Fall. Ich habe, die Wasserscheide zwischen dem Igatimi und dem Flüßchen Pirati-y und damit dieses angenommene Gebirge Mbaracayu überschreitend, vergeblich nach jenen Beweisen gesucht, die zur Stütze einer solchen Annahme dienen konnten. Die gleiche Erfahrung habe ich auf dem Wege vom Salto Quaira nach

Ipehu gemacht (O.—W.). Es muß also gesagt werden, daß das Amambay-Plateau nördlich und südlich des Igatimi ohne wesentliche Unterschiede bleibt, daß kein eigener Bergzug hier vorhanden ist.

Wer freilich von N. her gegen diesen Fluß herankommt, mag vielleicht den Eindruck eines Höhenzuges südlich davon erhalten, wenigstens kann sich ein solcher Eindruck da aufdrängen, wo in dem einförmigen Gelände durch einen tiefen Taleinschnitt (Fluß Igatimi) eine Unterbrechung hervorgebracht wird. Das Gelände jenseits des Tales täuscht uns selbst da noch eine Erhöhung über unseren eigenen Standpunkt vor, wenn es niedriger ist. Diese Erscheinung wird noch begünstigt, wenn das gegenüberliegende Gelände von einer anderen Vegetationsdecke begleitet ist, wie hier von Wald anstatt der Grasflur.

Es möchte aber auch sein, daß sich jemand beim Anblick der Bodenformen südlich des Igatimi zur Annahme eines Bergzuges bestimmen ließe. Vielleicht könnten die starken Taleinschnitte dort Anlaß zu dieser Auffassung geben, wo es sich um Höhenunterschiede zwischen Talsohle und Rücken handelt, die im Betrage von über 100 m innerhalb kurzer Horizontalentfernung erreicht werden (im Gegensatz zum nördlichen Gebiet). Betrachtet man aber die Nähe des Parana — ich spreche hier besonders von dem Gebiet zwischen Puerto Lindo am unteren Igatimi und Laguna Cai, fast am Pirati-y gelegen — und beachtet man vor allem die Tatsache, daß die Gewässer südlich von der Wasserscheide zwischen den genannten Flüssen (Igatimi und Pirati-y) erst unterhalb des Salto Quaira münden, d. h. also eine mindestens 40 m tiefere Erosionsbasis als jene oberhalb des Wasserfalles mündenden Gewässer aufweisen, so wird man in diesen engen, tief geschnittenen Tälern hier nichts mehr Auffallendes finden. Ebensowenig kann es wundernehmen, wenn sich im Waldgebiet etwas veränderte Formen gegenüber dem baumfreien Gelände finden, wo sich die Gegensätze von Höhe und Vertiefung eher ausgleichen können.

Um bei dieser Gelegenheit auch jener eigentümlichen Darstellungen mancher Karten von Paraguay Erwähnung zu tun, die sich weiter südlich auf dem Plateau als gebirgsartige Erhebungen verzeichnet finden, so sei hierzu bemerkt, daß es sich dabei niemals um wirkliche Gebirge handelt, sondern nur um ganz schwache Erhebungen über dem Plateau; oft aber wird darin nur der Verlauf einer Wasserscheide angegeben, die sich im Gelände in keiner Weise bemerkbar macht. Ein ganz leichter Höhenzug zeigt sich auf dem Plateau, wenn man von Palomares aus gegen NO. schaut. Es ist vermutlich der Rest einer stark denudierten und erodierten Decke und mag seine Umgebung kaum um 50 m überragen. Im übrigen aber sieht man die Plateauform nirgends so typisch ausgebildet, wie in dem inselartigen Kampgebiet von Palomares (inmitten der großen Waldzone), eine tief zerschnittene Fläche, deren Rücken miteinander in so gleichmäßiger Höhe liegen, daß ihre Verbindung eine

einheitliche zum Parana kaum merklich geneigte Ebene darstellen würde.

Den Aufbau des ganzen Plateaus übernehmen weitaus vorwiegend die Sandsteine. Diesen gegenüber an Bedeutung zurücktretend kommen noch Eruptivgesteine in Betracht, die wohl alle der Familie der Melaphyre angehören. Anstehendes Gestein wird man nur ganz selten auf dem Plateaurücken antreffen, wird ihm aber häufig an den tiefen Einschnitten der zahlreichen Gewässer begegnen; und immer, und zwar da am besten aufgeschlossen, am Abbruch zum Paraguay-Tiefland. Im Norden, im Gebiet von Punta Pona breitet sich oberflächlich ein rotbrauner, sehr lehmiger Boden aus, weiter südlich zwischen Ñu-Verá oder Ipehu und dem Parana ein sandig-toniger. Wo weiter im Süden noch das Plateau nach W. stark vorspringt (Ihu-Caaguazu), da scheidet sich die Bodendecke schärfer in eine westliche sandige Oberfläche und eine östliche mehr lehmige (bei Palomares ist der Boden äußerlich ganz ähnlich dem bei Punta Pona). Ueberall handelt es sich um Eluvialprodukte von großer Mächtigkeit. Zu welcher Tiefe die Zersetzung und die Umwandlung des Gesteins vordringt, geht aus der Grabung von Brunnen hervor. In Palomares und Pastoreo (Estanzien) hat man noch in 25 bezw. 30 m Tiefe denselben Boden wie an der Oberfläche gefunden.

Das Plateau ruht auf einer schweren Basis von Sandsteinen, die im Aussehen wechseln. Zwischen Ipehu und Caaguazu und noch weiter südlich begegnet man öfters einem roten, gewöhnlich dickbankigen Sandstein, mit hellen Flecken oder Streifen, der in den tieferen Lagen erscheint und äußerlich viel Gemeinsames hat. Darüber liegt ein heller gefärbter mit größerem Quarzgehalt in dünnen Platten. Weiter im N., wo die Tafelberge vorgelagert sind, scheint der Sandstein nur geringem Wechsel zu unterliegen und ziemlich einheitliche derbe Massen von rötlicher Färbung darzustellen.

Wenn man von Igatimi gegen Ipehu auf das Plateau steigt, so bewegt man sich über das stark wellige, erodierte Vorgelände mit wechselnden Sandsteinlagen, bis man in ungefähr 220 m Seehöhe auf das Eruptivgestein stößt, das anfangs nur in isolierten Resten über dem Sediment liegt, dann aber in geschlossenem Verband mit dem Sandstein in Wechsel tritt. Zwischen Ipehu und dem Bach Bolas cua, dessen Niveau vielleicht 210 m hoch liegt, ergibt sich ungefähr folgendes Profil.

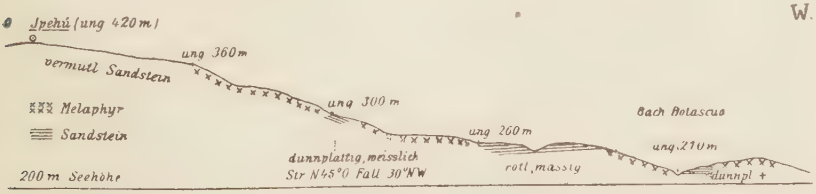


Fig. 8. Profil des Plateaurandes zwischen Ipehú und Bach Bolas cuá. (Ohne Maßstab! Ueberhöht.)

Anders beim Aufstieg auf das Plateau zwischen S. Fernando und Ñu-Verá. S. Fernando, das auf langsam vom Tiefland her ansteigendem Gelände bereits in ungefähr 350 m Seehöhe gelegen ist, bleibt nur noch 150 m unter der Plateauhöhe. Bis hierher scheint von W. her ausschließlich Sandstein herrschend zu sein. 4 km östlich von der genannten Siedlung leitet ein breccienhafter Sandstein schnell den Uebergang zum Eruptivgestein ein, das nun anscheinend in den Vordergrund tritt, soweit beide nicht durch lange Strecken eines braunen, lehmigen oder eines rötlichen, tonig-sandigen Verwitterungsproduktes verdeckt werden. Der Gesteinswechsel macht sich gewöhnlich in der Neigung des Bodens geltend. Stets findet man den Sandstein hier (meist feinkörnig) stark rot und gefrittet. Das Eruptivgestein zeigt sich bei Ñu-Verá noch auf der Plateauhöhe selbst, freilich nur im Randgebiet. Die höhere Lage des Eruptivgesteins zwischen 400 und 500 m) ist gegenüber der bei Ipehu (220—360 m ungefähr) beachtenswert.

Das Eruptivgestein (Melaphyr) wechselt schon bei makroskopischer Betrachtung stark im Aussehen. Die Farbe ist violettrötlich, bräunlich oder auch grünlich, je nach dem Verhältnis der Mineralien und dem Grade der Verwitterung und Zersetzung. Die Bildung von Mandelsteinen, der man auf dem Wege nach Ñu-Verá mehrmals begegnet, habe ich bei Ipehu nicht beobachtet. Der Melaphyr kann noch sehr kompakt und fest sein, gewöhnlich aber ist er im Zustand starker Zersetzung, die eine dunkelbraune oder auch rotbraune weiche Masse erzeugt. Bald ist eine schieferige, blätterige Absonderung, bald eine konzentrisch schalige zu bemerken, bei der sich kleinkugelige Formen inmitten eines zerbröckelnden weichen Gesteins bilden. Nirgends fehlen die vielen Kluftlinien, die der Zersetzung die Arbeit erleichtern. So findet man den Fels in kleine und große Bruchstücke zertrümmert. Daß es sich bei diesen Kluftlinien nicht nur um lokale Erscheinungen handelt, mag die Tatsache beweisen, daß bei Ipehu wie bei Ñu-Verá dieselben Richtungen dabei auftreten, und zwar N. 25° O., N. 70° O., N. 60° W. und N. 80° W.

Im Gegensatz zu diesen beiden Aufstiegen auf das Plateau zeigt der zwischen Cerro Cora und Punta Pona wieder ein anderes Bild. Hier tritt das Eruptivgestein ganz in den Hintergrund, es verschwindet fast vollständig zwischen mächtigen Massen eines roten Sandsteines. Nur auf die Ausdehnung weniger Meter kommt dort ein grauverwittertes Eruptivgestein zum Vorschein, wo die gewöhnlich nur sanft geneigte Oberfläche plötzlich in eine steile Stufe übergeht (Bach). Gestein und Stufe stehen sicherlich in Zusammenhang. Die Eruptivmasse erscheint hier wie gangförmig. Möglicherweise aber stellt der rotbraune, bei Regen überaus schlüpfrige Boden, dem man gegen die Plateauhöhe begegnet, das Verwitterungsprodukt eines eruptiven Gesteins dar. Dagegen war es mir dort nach dem

Tiefland hin, wo westlich des Cerro Cora die Tafelberge weit in die Ebene vordringen, nicht mehr möglich, die Spuren eines ähnlichen Gesteins an den Bergwänden zu erkennen.

Benutzt man den weiter nördlich gelegenen Aufstieg zum Plateau, so findet man bei der Estanzia Esperanza über dem massigen roten Sandstein eine dicke Lage von einem graugrünen Gestein, das säulenförmige Verwitterungsformen (dreikantig) annimmt und das Aussehen von Trapp hat. Man findet dasselbe Gestein weiter östlich in den Bächen vorübergehend wieder, sonst aber ist es nur Sandstein oder ein zersetzter Roteisenstein, der zu Gesicht kommt.

Im südlichen Teil des Plateaurandes (südlich von Igatimi) ist mir, wo ich ihn auf dem Wege von Igatimi bis gegen Villa Rica berührt, nur einmal ein Eruptivgestein aufgefallen und zwar an einem Waldbach südlich von Caaguazú. Es war dies ein Peridotit, der vermutlich einer anderen Eruptivmasse (des Südens) angehört. Du Graty berichtet allerdings, daß die zentrale Masse der Sierra Amambay und Caaguazu (Westabbruch) in ihrer ganzen Ausdehnung aus Trapp mit kugeligen Bildungen bestehe. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist dies dasselbe, was hier als Melaphyr bezeichnet ist.

Ob der Melaphyr im Amambay-Plateau eine so regionale lager- oder deckenförmige Verbreitung hat, wie es von den brasilianischen Südstaaten und der argentinischen Provinz Missiones berichtet wird, muß fraglich erscheinen, wenigstens für den nördlichen Teil. Bei der Mächtigkeit, die das Gestein im Randgebiet, zum Teil bis zur Plateauhöhe, im Wechsel mit dem Sandstein aufweist, steht zu erwarten, daß es bei ähnlicher Ausdehnung wie im Osten auch da und dort in den tiefen Einschnitten der Gewässer auf dem Plateau selbst zutage treten müßte. Das aber ist nicht der Fall, wenigstens habe ich es auf dem Wege von Ñu-Verá zum Parana (OSO.) nirgends wahrnehmen können, ebensowenig auf dem Weg vom Parana nach Ipehu (O.—W.). Erst unmittelbar am Parana selber ist der Melaphyr wieder zu finden, am Salto Quaira, und zwar vom gleichen Aussehen wie der von Ñu-Verá. Wir sehen also das Eruptivgestein auf die Ränder des Plateaus beschränkt. Am Parana muß sein Erscheinen wohl mit dem in den brasilianischen Südstaaten und im nordöstlichen Argentinien (Missiones) in Zusammenhang gebracht werden, kaum aber damit sein Vorkommen am Westrand, wenn beide auch vielleicht der nämlichen Zeit ihre Entstehung verdanken. Das Auftreten des Gesteins scheint am Parana und am Westrand an große Bruchlinien gebunden zu sein, längs deren die magmatischen Massen emporgedrungen sind, sich teils bis zur Oberfläche drängend und ausbreitend, teils aber in die Schichten der Sandsteine eindringend, und so heute eine wechselnde Lagerung hervorrufend.

Die unter verschiedenen Namen angeführten Eruptivgesteine vom Parana gehören wahrscheinlich alle zur selben Gruppe wie die Melaphyre, sowohl das von G. Niederlein erwähnte dunkle,

grünsteinartige vulkanische Gestein mit Jaspis, Chalcedon und Achaten und lokalem Erscheinen von Mandelsteinen als auch der von W. S. Barclay angeführte Mandelsteinbasalt. Nach diesen Berichten kommt also im ganzen Osten (südlich des Salto Quaira) und Süden unseres Plateaus längs des Parana ein Eruptivgestein vor, das vielleicht trotz seines verschiedenen Aussehens eine Bildung von gleichem Alter ist.

Was nördlich vom Salto Quaira, von der Mündung des Parana-Panéma und vom Zusammenfluß des Rio Grande und Parahyba als Porphyrit bekannt ist, stellt zweifellos einen nahen Verwandten der anderen dar. Für eine Altersbestimmung der Melaphyre hat man bis jetzt noch keinen sicheren Anhaltspunkt gewinnen können; man rechnet sie aber gewöhnlich dem Mesozoikum zu.

Der im Aufbau des Plateaus vorherrschende Sandstein ist in seiner ursprünglichen Lage meistens gestört, sowohl am Westrand wie auf der Plateauhöhe selbst. Im südlichen Teil nähern sich die Schichten jedoch der Horizontalen ziemlich wieder; eine schwache Neigung nach O. ist dabei zu erkennen, die in dem allmählichen Abfall des Plateaus zum Parana dort ihren Ausdruck findet. Zwischen Igatimi und Ipehu aber wechselt die Lage mehrmals. Solange sich das Streichen zwischen N. und W. bewegt, ist das Einfallen hier nach S. (SW.) gerichtet, wo es sich zwischen N. und O. hält, kommt sowohl nördliches (NW.) als auch südliches (SO.) Einfallen vor, und zwar ist dieses vom Bach Tendal gegen S. ausschließlich zu beobachten, jenes vom Bach Tendal gegen die Plateauhöhe (Ipehu). Das Einfallen bleibt gewöhnlich zwischen 10 und 25°, übersteigt nirgends 30°. Es ist wahrscheinlich, daß die Lagerungsstörungen im Sandstein mit dem Aufsteigen der Melaphyre zeitlich zusammenfallen. Aber es müssen auch später noch Störungen in Kraft getreten sein, die beide Gesteinsarten zugleich betroffen haben, denn beide werden von gleichgerichteten Kluftlinien durchzogen. Auch am Parana ist der Melaphyr stark zerklüftet. Das Plateau selbst nun, wo ich seine Schichten immer aufgeschlossen gesehen, zeigt keine Fläche horizontal aufgebauter Lagen, bietet vielmehr überall das Bild von gestörten Schichten, das aber ebensowenig wie am Westrand eine Regelmäßigkeit in der Wirkung der störenden Kräfte erkennen läßt.

Es sei vorausgeschickt, daß der Sandstein der Plateauoberfläche durchaus verschiedenes Aussehen von dem am Westrand hat, nur am Unterlauf des Igatimi nimmt das Sediment jene massige einheitliche Gestaltung an, wie sie ähnlich in den Tafelbergen und in dem nördlichen Teil des Plateaurandes wahrzunehmen ist. Sonst wird man gewöhnlich einen plattigen, wenig festen, tonigen Sandstein treffen, dessen Farbe wie Lagerung wechseln kann. Von Nu-Vera in OSO. zum Parana ergibt sich ungefähr folgendes Profil. (Horizontalentfernung an 200 km — starke Ueberhöhung.)

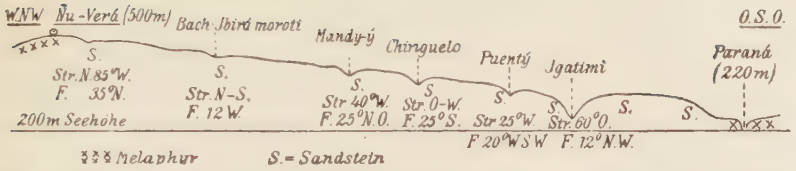


Fig. 9. Schemat. Profil zwischen Ñu-Verá und Salto Quairá (Paraná) WNW.—OSO. Str = Streichen, F = Fallen der Schichten. (Ohne Maßstab! Ueberhöht.)

Daß die Schichtstörungen etwa auf den Einfluß des Wassers zurückzuführen seien, diese Annahme scheint mir hier ausgeschlossen. Dem widerspricht auch die transversale Schieferung (am Bach Mandi-y), die beweist, daß die Sandsteine des Plateaus unter einem Druck gestanden haben, stark genug, um eine plattige Absonderung des Gesteins hervorzurufen. Und derselbe Druck hat wohl auch die Schichten aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht, die wenig plastischen Sandsteine gebrochen und die einzelnen Stücke gegeneinander verschoben.

Mit seiner Tektonik steht dieser Teil des Plateaus im starken Gegensatz zu den umgebenden Partien der brasilianischen Tafel, wo man die Schichten stets ungestört oder kaum gestört gefunden haben soll. Wenn die Tafelstücke dort wirklich noch so regelmäßig aufgebaut sind, so ist damit noch keineswegs ein Analogieschluß auf dieses Gebiet notwendig. Wie ich die Sierra Amambay mit ihren Erscheinungen kennen gelernt, muß ich sie als ein zerbrochenes Tafelstück zwischen dem Parana und dem Paraguay betrachten. Der Westrand war einst viel weiter gegen das Tiefland hinausgeschoben, wie einerseits die an 50 km vom heutigen Abbruch in die Ebene vordringenden Tafelberge, andererseits die langen denudierten Rücken zwischen den Flüssen Aquidaban, Ipané und Jejui beweisen. Zwischen 25° und 26° s. Br. erreicht sein Westrand sogar heute noch eine Westgrenze, die jener der Tafelberge im nördlichen Teil nicht nachsteht. Hier im S. ist übrigens der Ausdruck Tafel am Platze, weil noch ziemlich die alten (ursprünglichen) Lagerungsbedingungen herrschen.

Wo das Tafelstück zwischen Parana und Paraguay zertrümmert worden, da muß der Zertrümmerung und den hiervon bedingten Niveauverschiedenheiten wieder eine Zeit des Niveauausgleiches gefolgt sein, ehe die jetzt tätigen Kräfte ihre Spuren eingraben konnten. Aus jener Epoche mögen die Quarzgerölle in der Umgebung von Estrella herrühren. Diese über viele Quadratkilometer ausgedehnten lockeren Quarzgerölle bilden dort in kleinen Hügeln die höchsten Punkte des Plateaus. Hier müssen sie einst an der Mündung eines starken Gewässers abgelagert worden sein. Ihrer Größe nach (ungefähr Eigröße) stammen sie aus keiner großen Entfernung

und ihrem Material nach weisen sie in ihrer Herkunft auf das Gebiet der Gneisgranite und kristallinen Schiefer im W. oder NW., da ostwärts kein ähnliches Material auf große Entfernung bekannt ist. Unter solcher Voraussetzung ergibt sich eine frühere Verbindung des Plateaus mit dem heute noch gleich hohen oder noch höheren Gebirge im südwestlichen Matto Grosso, mit jenem Gebirge, dessen Fortsetzung das Apabergland darstellt. Freilich empfiehlt es sich bei dem Stand unserer Kenntnisse über diese Länder noch nicht über die Beziehungen beider Erhebungen eine Betrachtung anzustellen.

Von dem Alter der Plateausandsteine genügt es zu sagen, daß man die obersten roten Sandsteine in den brasilianischen Südstaaten als triassische Bildungen auffaßt. Ob wir es hier mit denselben Ablagerungen zu tun haben, muß bei mancher Wahrscheinlichkeit doch dahingestellt bleiben.

Zweifellos hat das Amambayplateau den größten Teil seiner Geschichte mit dem großen Tafelland des Ostens gemeinsam, mögen sich in ihm auch noch Erscheinungen geltend gemacht haben, die jenem weniger fühlbar geworden sind. Was J. v. Siemiradzki an großen tektonischen Veränderungen im südlichen Brasilien nachgewiesen, jene mächtigen Staffelbrüche, die das alte Tafelland vom Atlantischen Ozean bis zum Parana in mehrere Schollenstücke zerlegt haben, das hat wohl auch noch weiter nach W. hin seine Wirkung geäußert. Der Parana selbst scheint eine solche Bruchlinie anzugeben, der Paraguay vielleicht eine andere, jener eine so auffallende Parallele mit der Küste (atlant.) aufweisend, dieser mit dem Zug der Anden. Wir wissen von dem Einbruch zwischen Südamerika und Afrika, wissen von der Aufrichtung der Anden; so gewaltige Vorgänge im O. und W. müssen ihren Spuren auch in den erhalten gebliebenen Tafelstücken hinterlassen haben.

Die heute wirksamen destruktiven Kräfte haben die Ausdehnung des Amambayplateaus, wie ich schon oben erwähnt, bedeutend verringert und seine Höhe erniedrigt. Wenn wir seinen früheren Westrand auf Grund der gebrachten Beweise weit zum Paraguay vorrücken müssen, dagegen auf der Paranaseite eine viel geringere Arbeit der Destruktion erkennen, so muß das nicht wundernehmen. Die Begründung dafür liegt in der Verschiedenheit der Höhe der Erosionsbasen. Was an Gewässern vom Westrand des Plateaus nach W. strömt, hat seine Erosionsbasis im Paraguay in weniger als 100 m Seehöhe, was an Gewässern ostwärts zieht, findet seine Erosionsbasis oberhalb des Salto Quaira in ungefähr 230 m Höhe (Parana an Mündung des Parana-Panéma 240 m, oberhalb Salto Quaira 220 m), unterhalb dieses Falles zwischen 180 und 80 m. Dank diesem Umstand konnten alle Paraguayzuflüsse schon unmittelbar am Rande des Plateaus ein sehr tiefes Niveau gewinnen und sind nun dort mit ihren vielen kleinen Seitengewässern imstande, um so kräftiger an der Verlegung des Plateaurandes nach O. zu arbeiten. Den Talboden des Jejui-mi habe ich bei Villa Igatimi (ganz am Rande des

Plateaus) bereits in einem Niveau gefunden, das nur einige Meter über dem des Paraguay gelegen sein kann.

Jejui und Ipané, welche ihren Ursprung in dem Teil des Plateaurandes haben, wo leicht zugängliche Melaphyre einen bedeutenden Teil am Aufbau nehmen, konnten dort ihr Bett schneller in beträchtliche Tiefe eingraben, der Aquidabau hingegen, der hauptsächlich in massigem Sandstein zu arbeiten gezwungen ist, braucht geraume Zeit, ehe er aus dem Bereich des Plateaus (Tafelberge) in die Ebene treten kann. Hohe Rücken und Tafelberge folgen ihm bald näher bald ferner weit hinaus. Es scheint sogar, daß der Fluß eine Zeitlang gezwungen war, seine Wässer innerhalb der Berglandschaft zum Stillstand zu bringen, da er sich im Gebiet von Cerro Cora in 6—8 m hohe lehmig-tonige Schichten einschneiden muß, die er wohl selbst vor Zeiten, zu einem stehenden Wasser geworden, abgelagert hatte (Schwelle am Austritt aus dem Gebirge).

Der Apa, der ebenfalls sein Quellgebiet am Westrand des Plateaus hat, muß vermutlich im Oberlauf mit ähnlichen Bedingungen rechnen. Im Unterlauf findet er im Apabergland noch ein Hindernis, das er in Schnellen durchbricht (Arrecife). Aus diesen Gründen können die beiden letztgenannten Flüsse als Wasserstraßen nur beschränkte Verwendung finden, — überdies ist ihr Wasserstand sehr unregelmäßig — während die beiden anderen dafür in Betracht kommen.

Das Verhältnis all der genannten Flüsse zu ihrer Erosionsbasis scheint nicht immer gleich geblieben zu sein. Der Aquidaban schneidet sich heute im Unterlauf (Paso Barreto) einige Meter tief in lehmig-sandige Ablagerungen ein, wie wir sie an den Mündungsstellen der Gewässer zu sehen gewohnt sind. In einer breiten seeartigen Erweiterung (Laguna-Paso Barreto und nördlich davon) scheint der Fluß hier noch in junger Zeit sein Ende gefunden zu haben. Der Ipané gräbt bei Belén (Unterlauf) sein Bett ebenfalls in seinen eigenen Sedimenten, die aber dort schon zu einem weichen Sandstein geworden sind. Daß dies eine junge Bildung, mindestens eine jüngere Bildung als der Plateausandstein ist, geht unzweifelhaft aus den kleinen Achatgeschieben hervor, die darin eingebettet liegen und die von den Melaphyren des Plateaus herrühren. Unter diesem jungen Sediment scheint aber in geringer Tiefe ein alter Sandstein zu liegen.

Aus solcher Beobachtung geht hervor, daß die Erosion im Unterlauf der beiden Gewässer eine Zeitlang zum Stillstand gekommen war, indessen jene Sedimente zum Absatz kamen, in denen sie heute ihre Spuren eingraben.

Alle diese Flußtäler folgen im allgemeinen der Linie stärksten Gefälles.

Den Typus echter Erosionstäler tragen anscheinend alle Flüsse, bzw. Täler des Plateaus selbst (Paranazuflüsse). Sie sind, soweit sie dem südlichen Matto Grosso zugehören, wasserreich und, von

kleinen Schwellen abgesehen, schiffbar bis zur Mündung (Amambay, Igatimi). Die übrigen, südlich vom Salto Quaira mündenden Gewässer sind zwar groß an Zahl, doch von kurzem Lauf und ihrer starken Wasserfälle wegen nur streckenweise für die Schiffahrt geeignet. Man sollte eigentlich erwarten, daß gerade die unterhalb des Salto Quaira mündenden Gewässer, deren Erosionsbasis beträchtlich tiefer liegt, sich rascher nach rückwärts verlängern (im Vergleich mit Igatimi und Amambay). Aber gerade das Gegenteil ist anfangs der Fall, die Länge des Laufes verkürzt sich auffallend, und erst weiter im S. gelingt es, dem Acara-y und Monda-y stärker nach W. in rückschreitender Erosion vorzudringen. Dieser Widerspruch erklärt sich daraus, daß der Igatimi (wohl auch der Amambay) sein Bett innerhalb der Sandsteinregion graben konnte, während die südlich des Salto Quaira mündenden Flüsse bereits mit einem Melaphyr von sehr großer Härte (im Gegensatz zu dem am Westrand) bei ihrer Erosionstätigkeit zu rechnen hatten (im Unterlauf). Aber außerdem wehrt ihnen der Jejui auf der Paraguayseite mit seinen günstigen Erosionsbedingungen jedes Vordringen nach W. Acara-y und Monda-y jedoch waren imstande, ihre Rinnen weiter nach rückwärts zu verlängern, weil ihre Erosionsbasis an sich schon tiefer liegt als die der anderen, und weil sie mit dem Zurückschreiten des Paranafalles eher schon zu kräftiger Tätigkeit angeregt wurden als jene, schon zu einer Zeit, als die Mündung jener noch oberhalb des großen Falles gelegen war. Dazu kommt, daß gerade unter dieser Breite die Paraguayzuflüsse wegen des westlich vorliegenden südparaguayischen Berglandes weniger rasch arbeiten konnten und in diesem Maße die Paranazuflüsse mehr Gelegenheit zur Erosionsentfaltung bekamen. Wenn nun südlich des Acara-y und Monda-y nur mehr kleine Gewässer zur Ausbildung gelangen, so ergibt sich das wieder aus den natürlichen Bedingungen. Der Parana wendet sich unter 27° s. Br. plötzlich nach W. Dadurch wurden die erosiven Kräfte des Plateaus (Tafel) zersplittert, nach verschiedenen Richtungen gelenkt, und zudem konnte gerade auch hier die Erosion vom Paraguay her wieder stärker einsetzen, wo kein Gebirge mehr westlich vorgelagert war.

Ob darin die einzige Erklärung gesucht werden muß, mag dahingestellt sein. Den Lauf der Paranagewässer miteinander zu vergleichen, hat seine Bedenken, wo in der Topographie des Plateaus, besonders innerhalb der großen Waldregion, noch vieles zweifelhaft ist. Der größte Nebenfluß (linke) des Igatimi z. B., der Rio Escopil, ist dort ganz unbekannt, wenigstens unter diesem Namen, und vielleicht entspricht auch die ausgeprägte N.—S. Richtung des Igatimioberlaufes nicht ganz der Wirklichkeit. Doch im ganzen ist die Wasserscheide zwischen Parana und Paraguay richtig angegeben, und darauf kommt es hier vornehmlich an.

Die Täler der Plateaulandschaft sind alle tief eingeschnitten und ihre Hänge nehmen nach der Tiefe an Neigung zu.

Die meisten Gewässer führen längs ihrer Rinne einen breiten ebenen Streifen Landes (bis 200 und 300 m), den sie zum Teil oder ganz unter Wasser setzen können.

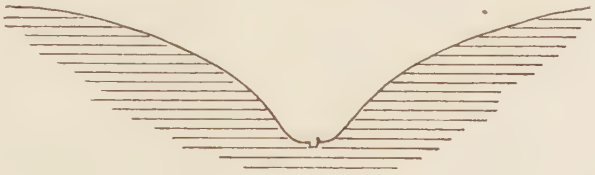


Fig. 10. Schemat. Talprofil.

Von besonderem Interesse sind in der Gegend von Palomares und Morombi jene eigentümlichen Sümpfe, ypayeré(s) genannt, die in großer Zahl vorhanden, viel Land für den Wirtschaftsbetrieb unbrauchbar machen. Diese ypayerés sind langgestreckte (oft mehrere Kilometer), gewöhnlich einige 100 m breite Sümpfe, die in leicht gewundener Form von den fließenden Gewässern aufwärts ziehen und manchmal in Seitensümpfen bis gegen die Plateauhöhe gelangen, allenthalben stark in die Oberfläche eingeschnitten. Der Niveauunterschied zwischen dem untersten und obersten Teil eines Hauptsumpfes kann nach roher Schätzung bei einer Länge von 10 km wohl 20 und mehr Meter betragen. Durch die Seitensümpfe wird dieser Unterschied noch bedeutend erhöht. Ihrer Form nach könnte man sie mit Gletschern vergleichen. Sie sind in ihrer ganzen Ausdehnung sehr wasserreich und ganz unzugänglich. Alle Tiere

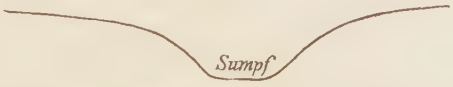


Fig. 11. Schemat. Profil eines ypayeré(s).

meiden ängstlich das Betreten dieser von hohem Gras bestandenen Sümpfe. Für den Wasserstand der Sümpfe ist beachtenswert, daß an ihren Rändern da und dort Quellwasser auftritt, oft mit starkem Auftrieb. An einer solchen Stelle habe ich am Uebergang vom festen Boden zum sumpfigen bis 40 cm Tiefe eine schwärzliche, feine lettige Schicht gefunden und bei 50 cm Tiefe einen sehr feinen, hellen Sand. Der lettige Boden ist wasserführend. Diese fortwährende seitliche Wasserzufuhr kann den starken Wasserbestand vielleicht erklären, zum Teil auch die Erweiterung nach Breite und Länge in Verbindung mit der Erosion und der Verwitterung an den Hängen. An der Erhaltung der Sümpfe bei verhältnismäßig starker Neigung des Bodens müssen die Sumpfpflanzen großen Anteil nehmen. Die Anfänge dieser merkwürdigen Sumpfbildungen gehen, so glaube ich, von den fließenden Gewässern aus, schreiten von unten nach oben fort,

und man kann die ypayerés als Seitengewässer betrachten, die in ihrer Entwicklung zurückgeblieben sind. Daß manche der flachen kleinen Vertiefungen, die man zuweilen auf dem Plateau dort sehen kann (Windwirkung?), sich schon einen Ausweg zu einem dieser Sümpfe verschafft hat, ist wohl möglich. Uebergänge dazu habe ich gesehen und manches Seitenypayeré mag auf diese Weise entstanden sein. Soweit mir bekannt ist, sind derartige Sumpfbildungen nur im Gebiet der Grasflur vorhanden, die inselartig inmitten eines großen zusammenhängenden Waldes gelegen ist. Es müssen also Beziehungen zwischen ihnen und der Pflanzendecke bestehen.

Das Paranatal, die Erosionsbasis für die Plateauflüsse, scheint kein reines Erosionstal zu sein. Sein Lauf — soweit er hier in Betracht kommt — parallel zur atlantischen Küste hält annähernd die Richtung der großen Bruchlinien ein, die das südliche Brasilien durchziehen. Die tektonische Anlage des Paranatales ist schon oft ausgesprochen worden. W. S. Barclay bringt sie mit dem Erscheinen der Eruptivmassen in Zusammenhang; er sagt: „but there appears evidence that the precise location of the river-bed (Parana) between Quaira and Posadas has been determined by rifts or faulting in the ground-bed, due to the action of the later lava super imposed upon the Missiones bank." So viel Wahrscheinlichkeit eine tektonische Auffassung des genannten Tales auch hat, so ist doch zu sagen, daß noch keine sicheren Beweise bis heute dafür gebracht sind.

Eigentümlich ist das Verhältnis des Parana zu jenen Seitengewässern (des Plateaus), die unterhalb des Salto Quaira münden. Sein Bett liegt nämlich beträchtlich tiefer als das der anderen, so daß diese meistens in Fällen (nahe ihrer Mündung) zum Hauptfluß gelangen müssen. Die großen Fälle des Yguassu auf der brasilianischen Seite lassen den gleichen Schluß auch für jenes Gebiet zu. Diese Erscheinung kann wohl in tektonischen Vorgängen an der Paranalinie ihre Ursache finden, ist aber vielleicht doch nur eine Folge einfacher Vorgänge, die wir hier unter besonderen Bedingungen wirken sehen.

Notwendigerweise müssen wir annehmen, daß die Fälle der Seitengewässer ihren Anfang am Parana genommen haben. Die Entstehung eines solchen Falles ist hier unter sonst gleichen Bedingungen dann gegeben, wenn eine plötzliche Aenderung des Niveaus des Hauptflusses an der Mündungsstelle des Seitenflusses eintritt. Diese Möglichkeit ergibt sich, wenn ein rückschreitender Wasserfall des Hauptflusses die Mündungsstelle eines Nebenflusses passiert, und damit hat man hier zu rechnen. Der Paranafall ist aufwärts gewandert und hat dabei alle Nebenflüsse nach und nach gezwungen, ihren Lauf in einem Fall zu enden.

Daraus ist freilich zu folgern, daß alle großen (alten) Seitengewässer — es haben sich indessen wohl noch andere (junge) von kurzem Lauf gebildet, die normale Mündung besitzen — Wasserfälle aufweisen und daß diese im allgemeinen um so näher am Haupt-

fluß liegen, als sie dessen großem Wasserfall (Salto Quaira) benachbart sind.

Das ungleiche Verhältnis im Rückschreiten der Fälle von Hauptfluß und Nebenfluß mag zum Teil darin seine Erklärung finden, daß der Parana in Zeiten des hohen Wasserstandes die Seitenwässer an ihrer Mündung aufstaut, sie an der stärkeren Entfaltung ihrer Erosionskraft hindert, während er selbst mit den gewaltigen Wassermassen um so stärker zu arbeiten imstande ist. Der Aufstauung der Nebengewässer durch den Hauptfluß wird man eine Bedeutung in dieser Richtung zuerkennen müssen, wenn man hört, daß das Niveau des Parana in diesem Gebiet bis zu 30 m schwanken soll.

In der Entstehung des Salto Quaira darf man wohl ebenfalls nur eine natürliche Erscheinung erblicken, hervorgerufen durch einen Gesteinswechsel (Sandstein — Melaphyr). Dabei können seine Anfänge schon zu einer Zeit existiert haben, als der Parana noch weit im Süden einen Hauptfall bildend zu Tal stürzte, den er, immer weiter rückwärts legend, heute an dieser Stelle zeigt. Daß der Salto Quaira von einem Gesteinswechsel bedingt ist, geht daraus hervor, daß der Parana oberhalb dieser Stufe in Sandstein eingeschnitten ist, unterhalb in einen harten Melaphyrfels. Oberhalb des Falles hat der Fluß im Sandstein leichte Arbeit gefunden und sich demgemäß auf stattliche Breite (bis 4 km) ausgedehnt; unterhalb dagegen muß er sich in dem harten Eruptivgestein fast ganz auf die Erosionstätigkeit nach der Tiefe beschränken. Auf viele Kilometer erreicht da der Fluß nur eine Breite von 70—80 m, und nur ganz langsam gewinnt er daran nach Süden hin durch zunehmende Erosion nach der Seite. Ein Härtewechsel des Eruptivgesteins innerhalb seiner Verbreitungszone kann selbst wieder kleine Stufen hervorrufen, und Reste dieser können wir dort erblicken, wo heute noch Felsen aus dem Wasser ragen, Erscheinungen, wie sie im Parana mehrmals in dem Namen Arrecife (Schnelle) angedeutet sind.

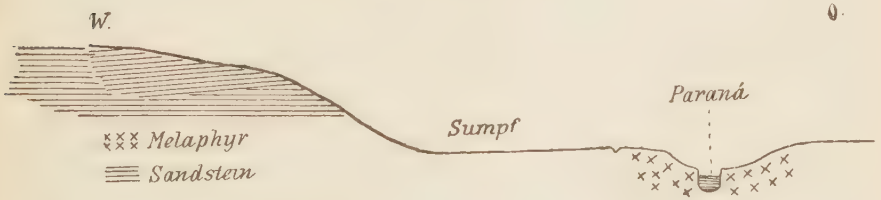


Fig. 12. Schemat. Profil des Paraná unmittelbar unterhalb des Salto Quairá. Altes Bett vertieft. — Ohne Maßstab.

An den Wasserfällen des Paranagebietes besitzt man unerschöpfliche Energiequellen, die heute alle noch brachliegen. Immer noch gelten dort diese Wunder der Natur mehr als ein Hindernis denn als ein Förderer jener Gebiete.

III. Das südparaguayische Bergland und seine Umgebung.

Tritt man wenige Leguas (1 parag. Legua = 4,3 km) nördlich von Villa Rica aus der großen Waldzone des Ostens in die kampreichen (Kamp = Grasland) Niederungen am oberen Tebicuari-mi, so sieht man in geringer Entfernung südwärts ein neues Bergland aufsteigen, die Sierra von Villa Rica. Und je weiter wir in der gleichmäßig wellenförmigen Ebene gegen die genannte Stadt vorrücken, um so mehr gewinnt das Auge nach W. hin einen Ueberblick, wo lange blaue Linien hinziehen, überragt von einer uns näheren Kuppe. Aber trennend drängt sich das wellige Tiefland zwischen diese Berge und jene Sierra, wohl in einer Breite von 30—40 km. Folgten wir dem Lauf des Tebicuari-mi, so würden wir sehen, daß auch jene vorgeschobene Kuppe sich von ihrem früheren Hintergrund trennt, daß sie nur als isolierter Vermittler zwischen größeren Gruppen dasteht.

Alle diese Erhebungen möchte ich hier unter dem Namen: südparaguayisches Bergland zusammenfassen, obwohl sie verschiedene Elemente darstellen. Auch von diesem Gebiet, über welches relativ am meisten Berichte vorhanden sind, geben uns die Karten kein Bild, das der Wirklichkeit einigermaßen entsprechen könnte. Gewöhnlich wird das südparaguayische Bergland als eine Fortsetzung der sogenannten Cordillere von Caaguazu verzeichnet, als eine Fortsetzung, die unter dem Namen Cordillere von Ibituruzu und Cordillere de los Altos oder auch unter anderen Namen bis zum Paraguay zieht. Die Cordillere von Caaguazu aber ist, wie ich angegeben, nur der Westrand des Plateaus (Amambay), und von dessen Uebergang nach W. kann hier keine Rede sein.

Das südparaguayische Bergland dehnt sich in der Hauptsache zwischen 25° und 26° s. Br. und 56° 40′ und 57° 40′ w. L. aus, wenn man zunächst die Sierra von Villa Rica hier außer Betracht läßt, sowie die kleineren Erhebungen der Missiones (des südlichen Paraguay). Als natürliche Grenzen ergeben sich: der Paraguayfluß, bezw. die Niederung um die Lagune Ipoa im W., der Tebicuari und Tebicuari-mi im S. und O. und der Manduvirá im N.

Nach meiner Auffassung ist dieses Gebirge von der Sierra von Villa Rica vollständig zu trennen. Diese trägt die höchsten Erhebungen von Paraguay mit ungefähr 700 m Seehöhe. Dadurch, daß sich die Erhebungen ziemlich scharf aus der Ebene von geringer Höhe aufschwingen, gewinnen sie leicht das Aussehen einer Landschaft mit bedeutenderen Höhen.

Die Sierra von Villa Rica nimmt nur einen beschränkten Raum ein (kaum mehr als 200 qkm Grundfläche). Sie stellt ein von N. nach S. verlängertes Massiv dar, aus dem die Erosion langgezogene Grate und Einzelberge geschaffen, welche aber in tieferer Lage wieder zu einer Masse verwachsen. Nach allen Seiten ist das Massiv scharf begrenzt, am auffallendsten nach W. hin, wo es ganz schroff aus der Ebene aufsteigt. Nach NW. und NO.

schickt es ein paar niedrige Vorläufer. Das gleiche scheint im SO. nur schwach angedeutet zu sein. Diese scharfe Isolierung ist gegenüber früheren Angaben zu betonen, die auch dieses Gebirge nur als eine Fortsetzung der sogenannten Cordillere von Caaguazu betrachten (Westrand). Ich habe Gelegenheit gehabt, von zwei Bergen des Gebietes aus, sowie von einem Berg außerhalb desselben die abgeschlossene Stellung zu übersehen, die sich ja auch geologisch rechtfertigt.

Ganz schwache Züge lassen sich weit im SO. dieser Sierra wahrnehmen, sie sind aber wahrscheinlich denudierte Reste der Oberfläche des Plateaus (Tafel), an dessen Westrand sich dieses Massiv erhebt. Meine Beobachtung stimmt auch mit der von P. Jordan überein, der nur von ganz flachen, wellenartigen Bodenanschwellungen im S. spricht und von einem großen Wald im SO. Damit schwinden die phantastischen Bergzüge, die sich auf mancher Karte in jenem Teil des Landes angegeben finden (es sind nur ganz niedrige Wasserscheiden innerhalb des großen Plateaus).

Die Sierra von Villa Rica hat im südlichen Teil ihren höchsten Punkt in dem Cerro Tatuý, dessen Seehöhe P. Jordan auf rund 700 m bestimmt hat. Nach Norden werden die Grate und Einzelberge niedriger. Die zwei Erhebungen, die ich hier besucht, der Cerro Domingo auf der Westseite und der Cerro Alberto auf der Ostseite, halten sich ungefähr auf 470 m bezw. 370 m relativer Höhe. Die Entwässerung findet nach allen Seiten statt, bevorzugt aber scheint die NO.-Seite zu sein, wo man die stärksten Gewässer trifft.

Nähert man sich der Sierra von Villa Rica her, (v. W.), so ist man überrascht bei dem unvermittelten Uebergang der Ebene zum Bergland. In der scharf ausgeprägten Ebene mit dem graubraunen, kalkig-tonigen Boden findet man nichts, was mit Sicherheit auf den Gesteinsbestand dieses Gebirges schließen ließe, wenn uns nicht die gerölleführenden Bäche, die sich ein paar Meter in die erwähnten feinen Ablagerungen eingeschnitten haben, erkennbares Material in Achaten, Chalcedonen und Sandsteinen herausbrächten. Einige Kilometer weiter nördlich, wo am Nordwestrand der Weg von Villa Rica nach Mbuvevo hinführt, ist das Vorland von Geröllen feiner und grober Natur aufgebaut, während sich jene feinen Ablagerungen mehr nach W. hin zeigen. Man muß diese tonigen Ablagerungen mit ihren Kalkkonkretionen einem stehenden Gewässer zuschreiben, das einst an diesem Gebirge geruht, es vielleicht zum großen Teil umgeben hat (Seelöß?).

Auf der anderen Seite der Sierra (NO.-Seite) habe ich beim Aufstieg auf den Cerro Alberto, an einem Flüßchen der Landschaft Melgarejo, nur ganz grobklastisches Material getroffen, vornehmlich gefrittete Sandsteine. All diese Fundstücke lassen schon von außen erkennen, daß Sandsteine und Eruptivgesteine den Aufbau übernehmen. Der Sandstein macht sich übrigens schon aus großer Entfernung durch seine rote Farbe und die steilen Ab-

brüche, mit denen er zur Ebene absetzt, bemerkbar. In der Nähe sehen wir wohl hoch oben an den Hängen solche Abbrüche, hier mehr von grauer Farbe, aber sie gehören bereits einem anderen Gestein an. Mit einer gewissen Höhe scheint der Sandstein allenthalben einem anderen Gestein Platz zu machen, wie man schon aus dem Wechsel der Neigung des Gehänges zu schließen geneigt ist.

Tritt man nun in die Sierra von W. her ein, so bewegt man sich im Aufstieg auf einen der westlichen Berge (Cerro Domingo) wohl bis zu einem guten Drittel der Höhe im Bereich von Sandsteinen. Es ist dies anfangs ein gelbweißes Sediment in regelmäßigen dünnen Bänken mit einem Streichen von N. 35° O. und einem Einfallen von 30° nach SO. Ihm folgt in dicker, massiger Ausbildung ein anderer, roter mit N. 75° O. Streichen und 25° N. Einfallen. Kluftlinien durchziehen ihn in verschiedenen Richtungen (N. 10° O., 35° W., 50° W., O.—W.). Weiter aufwärts nimmt der Sandstein löcherige Beschaffenheit an. In der angegebenen Höhe wird er dann von einem melaphyrischen Gestein verdrängt, erscheint nochmals vorübergehend, weicht aber darauf vollständig dem neuen Gestein.

Auch der Melaphyr bleibt in seinem Aussehen nicht gleichmäßig. Harte, mandelsteinartige Ausbildung von violettroter Farbe wechselt mit einer fein ausgebildeten, dunklen Masse, die schon stark in Zersetzung begriffen zu sein scheint. Im allgemeinen ist das Aussehen des Melaphyrs ganz ähnlich dem im Norden (Plateaurand) und im Osten (Salto Quaira). Dagegen treten jene Verwitterungserscheinungen (kugelige, schichtige Absonderung und Zerfall zu weicher lehmiger Masse), wie wir sie am Westrand des Plateaus fast immer beobachten können, hier fast ganz zurück, das Gestein erscheint gewöhnlich in frischem Zustand, fest und hart, ist jedoch trotzdem schon tief zersetzt. Wie der Sandstein ist auch der Melaphyr von vielen Kluftlinien durchzogen (häufig N. 25° O. und O.—W. Richtung).

Denselben Aufbau wie am Cerro Domingo treffen wir östlich davon am Cerro Alberto. Ueber einer Sandsteinbasis, die schroff aus der Ebene steigt, erhebt sich das melaphyrische Gestein in steilen Hängen, um oben mit einem kleinen Plateau abzuschließen. All die Grate, die man in der Sierra heute so deutlich ausgeprägt sieht, sind wohl aus solchen Plateaus hervorgegangen und alle diese müssen einst aus einer großen Masse herausgeschnitten worden sein. Dem oberen Sandstein am Cerro Domingo entspricht der Sandstein am Cerro Alberto (hier gleichfalls in hoher Lage) im Streichen, dagegen richtet sich das Einfallen nach der anderen Seite (hier N. 80° O. Streichen, 25° S. Einfallen). Nach den Lagerungsverhältnissen des Sandsteins und des Eruptivgesteins ist zu schließen, daß die Eruptivmassen den Sandstein längs einer ONO. gerichteten Spalte durchbrochen und sich als mächtige Decke darüber ausgebreitet haben.

Damit steht das Erscheinen von quarzitischem Sandstein am ganzen Cerro Tatuy, von dem P. Jordan berichtet, nicht im Widerspruch, ebensowenig, daß sich auf der Nordostseite der Melaphyr einmal gangartig mit Minette in ziemlich tiefer Lage findet.

Fig. 13. Schemat. Profil durch die Sierra von Villa Rica.

Die Erhebungen, die sich im Randgebiet der Sierra von Villa Rica im NO. und NW. zeigen, verdanken wohl zweifellos derselben Eruptivmasse, bezw. deren Empordringen ihre Entstehung, und alle die von A. M. du Graty und R. v. Fischer-Treuenfeld als Dolerite und Augitbasalte bezeichneten Gesteine sowie der von mir erwähnte Peridotit südlich von Caaguazu sind wohl nur Apophysen der Hauptmasse. Auffallend innerhalb dieser Gesteinsgruppe ist das Auftreten eines nur wenige Meter breiten Ganges von Granit nahe am Rande der Sierra (NW. davon in einem Bach). Er durchsetzt hier sandig-tonige (feste) Schichten und ist bis auf einzelne rundliche Knollen innerhalb einer weichen Masse schon vollständig zersetzt und in Auflösung begriffen.

Das ganze Gebirge von Villa Rica ist von vielen Störungen heimgesucht. Nicht nur daß die Sandsteine von den empordringenden Melaphyren aus ihrer ursprünglichen Lagerung gebracht, ist durch spätere Vorgänge auch noch dieser zugleich mit jenem in Mitleidenschaft gezogen worden. Beiden Gesteinsarten sind Kluftlinien gemeinsam. Daß solche Linien zuweilen hier mit einer Dislokation identisch sind, läßt sich am Rande des Cerro Pelado (auf der Westseite) in einem Bach beobachten. Dort folgt dieses Gewässer eine Strecke lang genau einer Verwerfungslinie. Vielleicht ist das ganz unvermittelte Aufsteigen der Sierra aus der Ebene mit einer Verwerfung in Verbindung zu bringen. Fast in einer geraden Linie (in N.—S.-Hauptrichtung) sind die westlichen Hänge der Sierra nach einer breiten Ebene abgeschnitten und auch auf der Ostseite leiten überaus steile Hänge ohne sanften Uebergang zur Umgebung, wenn auch die Richtung des Abbruches hier weniger scharf ausgeprägt ist als westlich.

Nach meinen Beobachtungen erweist sich also die Sierra von Villa Rica als ein eruptiver Aufbau von Melaphyren über einer Basis von roten Sandsteinen, vielleicht schon zu einer Zeit entstanden, wo auch jene Melaphyre emporgedrungen sind, die wir am Westrand und am Ostrand des Amambayplateaus finden.

Ueber das Alter der Sandsteine und Melaphyre läßt sich hier ebensowenig wie dort eine befriedigende Antwort geben. Immerhin aber wird sich hier eher ein Anhaltspunkt für eine Bestimmung ergeben, wenn man das Muttergestein des fossilen Holzes nachgewiesen hat, das man am Nordwestrand in zahlreichen, guterhaltenen Stücken trifft. Es sind Hölzer, die der Glossopteris-Flora angehören. Man findet sie auf dem Wege von Villa Rica nach der Siedlung Mbuvevo (ONO.) nur in zwei Bächen, nahe am Fuß des Gebirges. Der guten Erhaltung und der Größe der Fundstücke nach muß man annehmen, daß sie aus einem Gestein an Ort und Stelle herrühren bezw. ganz aus der Nähe kommen. Dem einen Bach (im Wald) bis zu seinem Ursprung folgend, konnte ich doch in den getroffenen tonig-sandigen Schichten (fest) nicht das Muttergestein erkennen, und ich glaube, daß die fossilen Hölzer von einem Sediment stammen, das bereits der Auflösung zum Opfer gefallen ist, während sie sich infolge ihrer außerordentlichen Widerstandsfähigkeit erhalten haben. Wie mir gesagt wurde, soll man ähnliche Versteinerungen auch schon in der nächsten Umgebung von Villa Rica gefunden haben, außerdem an 50 km weiter südlich (bei Macial) und in der Nähe des Parana, an einem Nebengewässer, das bei Villa Azara mündet.

Damit ist wieder ein Gemeinsames mit dem südlichen Brasilien gegeben, wo man seit langem schon die Schichten mit diesen permo-karbonischen Resten kennt.

Die ganze Sierra von Villa Rica trägt Wald, der wenig hoch und nicht sehr dicht ist, und fügt sich mit dieser Bodendecke in die große Waldzone des östlichen Paraguay.

Wendet man den Blick von der Sierra von Villa Rica gegen W., so sieht man in der Entfernung von ungefähr 30 km jenen kuppenförmigen Berg aus der leichtwelligen Ebene aufsteigen, hinter dem sich die ruhigeren Linien des südparaguayischen Berglandes am Horizont hinziehen. Es ist der Cerro howy (grüner Berg), der sich dort an 200 m über die Ebene aufschwingt, begleitet von kleineren Ausläufern. Auch er hebt sich wie die Sierra von Villa Rica mit steilen Hängen aus der gleichmäßigen Umgebung, doch nicht mit solchen Abbrüchen. Er stellt eine Kuppe aus Diabasporphyrit (vorläufig so bestimmt) dar, der, wie dort der Melaphyr, einem Sandstein aufsitzt. Aber der Sedimentuntergrund folgt den Eruptivmassen hier nicht bis zu einer gewissen Höhe, sondern bleibt in der Ebene (wenigstens auf der NO.-Seite). Ein quarzitischer Sandstein, bezw. ein Brauneisenstein ruht nahe am Fuß des Berges. Der Diabasporphyrit, zum Teil schon stark zersetzt, ist am ganzen NO.-Hang in gewaltige Trümmer zerfallen, aber gewöhnlich noch von sehr großer Härte. Man geht kaum darin fehl, wenn man das Gestein trotz seiner Abweichung mit dem Melaphyr der Sierra von Villa Rica in Verbindung bringt. Apophysen der Eruptivmasse des Cerro howy mag das Gestein sein, das A. M. du Graty von dem benachbarten Itapé (Siedlung) als Basalt mit Pyroxen anführt, ähn-

lich wie bei Mbocayati, wo man ihn eher wieder in Verbindung mit der anderen großen Masse bringen soll.

Wenn ich oben das südparaguayische Bergland mit dem 25. und 26.° s. Br. begrenzt habe, so ist dabei eine Reihe von Erhebungen außer acht gelassen, die sich noch weiter südlich von der angegebenen Grenze finden. Es scheint sich bei all diesen, — wenigstens bei denen der Missiones — nur um schwache Höhen zu handeln, denen kaum mehr die Bedeutung eines Gebirges zukommt. Ein klares Bild von diesem Gebiet zu bekommen, ist mir aus den vorhandenen Berichten nicht möglich gewesen, und so werde ich ihm in der folgenden Betrachtung des eigentlichen südparaguayischen Berglandes nur ganz geringe Aufmerksamkeit zuwenden können, nur sofern sich Beziehungen des nördlichen Teiles zu ihm ergeben.

Das unter dem Namen „südparaguayisches Bergland" zusammengefaßte Gebirge zeigt keine so scharfe orographische Einheit, wie wir sie bei den übrigen Erhebungen kennen gelernt haben. Durch breite Talungen oder schon beckenartige Vertiefungen (Ebenen) erscheint es in Teile von kleinen und großen Dimensionen aufgelöst. Die höchsten Erhebungen überschreiten nur um ein geringes die Seehöhe von 600 m.

Schaut man aus der Gegend von Villa Rica gegen das Bergland, so sieht man es in langen, im N. unterbrochenen Linien hinziehen. Der einförmige, gestreckte Rücken der Cordillere von Caballero, die aus der Gegend von Caballero und Ibitimi in einiger Entfernung dem Lauf des Tebicuari-mi nach S. folgt, wehrt uns den Blick in die übrigen Teile des Gebietes. Folgen wir von Villa Rica den Spuren der Eisenbahn in NW.-Richtung nach Asuncion, so nähern wir uns rasch dem Nordende dieses Höhenzuges, der dort bald nicht mehr so einförmiges Gepräge zeigt wie aus der Ferne. Hinter Tebicuari in das Gebirge selbst eintretend, erkennen wir größere Lebhaftigkeit der Oberflächenlinien, als wir erwartet.

Aus der Masse lösen sich einzelne Formen von Bergen, die uns begleitend bald naherücken, bald zurückweichen, um dann plötzlich bei Paraguari einer ausgedehnten Ebene Platz zu machen, aus der sich selbst wieder südlich kleine Gebirgsstöcke schnell herausheben. Gehen wir bei Paraguari in das breite Tal des Pirayú über (NW.), so folgen uns auf der Nordseite immer noch die alten Höhen, die durch tiefe Einschnitte oft zu gesonderten Tafelbergen geworden, und rasch rücken nach der Unterbrechung auch die Höhen von der Südseite wieder heran, ähnlich wie die anderen gestaltet. Je weiter wir uns gegen den Paraguay vorwärtsbewegen, um so mehr schließen sich die Formen der Berge wieder zusammen, auf der Nordseite zu einem breiten plateauartigen Rücken, auf der Südseite zu einem schwächeren Zug mit lebhafteren Linien. In ziemlich ruhigen Linien, mit Ausnahme des Lambaré, streicht das Gebirge gegen den Paraguay hinaus oder schickt doch nur einen leichten Ausläufer oberhalb Asunción über den Fluß in den Chako. So tritt dieses Bergland in mannigfacher Gestalt in Erscheinung, bald in breiten, plateauartigen

Rücken und schroffen Tafelbergen, bald in niedrigen unruhigeren Zügen mit kuppenförmigen Einzelbergen und massigen Gebirgsstöcken. Jene Formen beherrschen mehr den nördlichen und östlichen Teil des Berglandes (Cordillera de los Altos und Cordillera de Caballero), diese mehr den südlichen und westlichen. Eine durch das breite Tal des Ipacarai-Sees und seines Zuflusses, des Pirayu, über Paraguari gegen Ibitimi gelegte Linie (NW.—SO.) würde im allgemeinen eine Begrenzungslinie für beide Formgruppen abgeben, wodurch freilich die Cordillera von Caballero einem Teil angeschlossen wird, zu dem sie nicht gehört. Diese Tallinie spielt auch in der Höhenlinie des Gebirges eine gewisse Rolle. Der nördliche Teil des Berglandes findet nämlich längs dieser Linie seine größte Höhe, um dann scharf nach S. (SW.) abzubrechen. Dies trifft allerdings für den südlichen Teil nur teilweise zu. Scharfe Abbrüche aber zeigen sich auch hier zu dieser Tallinie, zumal im W. Rengger bemerkt, daß die Erhebungen südlich des Pirayu-Ipacaraitales steil nach N. und NO. fallen, sich dagegen langsam nach W. und SW. neigen, und Azara äußerst sich im gleichen Sinne. Umgekehrt ist es, wie gesagt, auf der Nordseite des erwähnten Tales. Hier zeigt sich ein langsames Sinken nach N. bezw. NO., ein starker Abbruch nach SW.

Die hier zum Ausdruck kommende Linie NW.—SO. wird nach Azara auch von der Cordillera de los Altos und der von Caballero eingehalten. (Diese scheint jedoch mehr in SSO.-Richtung zu ziehen.) Sie tritt aber auch im Lauf des Manduvira und des Piribebuy auf, von denen dieser innerhalb des plateauartigen Zuges der Cordillere von Altos dem Paraguay zufließt, jener das Gebirge gegen das nordwärts folgende Sumpfland Aguaracaty begrenzt. Ich werde später auf die Bedeutung dieser NW.—SO. gerichteten Linie zurückkommen.

Trotz eines gewissen Wechsels der Oberflächengestalt durch verschiedene Einzelformen zeigt das südparaguayische Bergland doch Einfachheit in seinem Gesamttypus. Das entspricht auch im wesentlichen dem Charakter des Gesteins, welches den Hauptteil an seinem Aufbau bildet, dem Charakter des Sandsteins. So viel wenigstens darf bei dem Stand unserer Kenntnisse von diesem Gebiet behauptet werden, daß eine mächtige Sandsteinlage die Basis des ganzen Gebirges bildet, wenn es auch zurzeit noch nicht möglich ist, ein klares Bild von seiner Architektur zu gewinnen. F. de Azara, ein ausgezeichneter Kenner des Landes, hat uns zwar für seine Zeit gute Beschreibungen von Paraguay gegeben, seine Beobachtungen sind jedoch meistens zu allgemein gehalten, um für diesen Zweck benutzt werden zu können. J. R. Renggers Beschreibungen bieten uns in dieser Hinsicht vielleicht noch am meisten Hilfe, da sich daraus eher Beziehungen zwischen innerem Bau und äußerer Gestalt erkennen lassen. A. M. du Graty und R. v. Fischer-Treuenfeld bringen uns zahlreiche Angaben über die Gesteine des Landes, besonders in diesem Teil, aber gewöhnlich nur mit einer kurzen Ortsbezeichnung und schematisch aneinandergereiht. Wenn R. v. Fischer-Treuenfeld in seinem Buche über Paraguay sagt: das geo-

logische Gerippe der Höhenzüge Paraguays besteht aus körnigem Basaltfelsen .... so braucht das nach meinen bisherigen Ausführungen keine Widerlegung mehr. Petrographische Untersuchungen von Gesteinen des südparaguayischen Berglandes sind mir nach ihren Ergebnissen nur aus den letzten Jahren zugänglich geworden; es ist aber nicht zweifelhaft, daß solche auch in früheren Jahren schon vorgenommen wurden, ohne daß vielleicht ihre Ergebnisse in die Oeffentlichkeit gelangt sind.

Um es zu wiederholen: Wie in dem Amambay-Plateau, wie in der Sierra von Villa Rica bildet im südparaguayischen Bergland der Sandstein die Grundlage, nimmt überhaupt die erste Stelle in seinem ganzen Aufbau ein. In zweiter Linie erst kommen dabei basische Eruptivgesteine in Betracht, gegenüber dem Sedimentgestein jedoch in ganz untergeordneter Rolle. Beide Gesteinsarten sind hier für die Oberflächenformen fast immer bestimmend, wie man schon bei flüchtigen Beobachtungen wahrzunehmen imstande ist. Der Sandstein bringt die gleichmäßigen plateauartigen Rücken und die Tafelberge hervor, das Eruptivgestein ist gewöhnlich dort im Spiel, wo kegelartige Berge aufragen oder wo überhaupt eine größere Lebhaftigkeit in der Oberflächengestalt zutage tritt, soweit beide Erscheinungen nicht durch andere Ursachen bedingt sind. Aus meinen Bemerkungen über die Oberflächengestalt in den verschiedenen Teilen dieses Berglandes ergibt sich also, daß nördlich des Ipacarai-Pirayutales und seiner Fortsetzung sowie an der Ostseite des Gebietes der Sandstein formgebend wirkt, südlich und westlich davon auch das Eruptivgestein dabei charakterisierend eintritt.

Bei dem Mangel an Versteinerungen — nur in den Steinbrüchen von Emboscada (Siedlung NO. von Asunción) sollen nach R. v. Fischer-Treuenfeld früher einmal Triboliten gefunden worden sein — ist es unmöglich, eine Klassifikation der Sandsteine zu geben. Die zahlreichen Angaben, die wir in Büchern von Paraguay über die Sandsteine finden, lassen keine stratographische Einteilung zu, da die Bezeichnung des Gesteins nach verschiedenem Prinzip und oft viel zu allgemein erfolgt ist, als daß sie diesem Zweck dienen könnte. Ueberdies sind die Fundorte in den Karten gar nicht verzeichnet, auch ungenau eingetragen oder sie sind nicht mit Sicherheit ihrer Lage nach festzustellen, weil sich derselbe Name mehrmals für verschiedene Oertlichkeiten findet, wie es so häufig in diesen Ländern vorkommt.

Nach Rengger trifft man im westlichen Teil des Berglandes, in der Nähe des Paraguayflusses, einen mergeligen Sandstein von grauer oder rötlicher Farbe, so bei Villeta, so am Fuß des Berges Lambaré, hier von weißen Adern durchzogen. Ob diese unter sich gleich sind oder mit dem nördlich davon folgenden rotbraunen von Asunción, welcher in derselben Ausbildung bis Itaguá (13 km oberhalb Asunción) folgen soll, ist zweifelhaft. Du Graty sagt von dem Sandstein von Asunción, daß er Bestandteile von endogenem und metamorphem Material enthalte (Feldspat und kristallinen Kalk).

Nördlich der erwähnten Insel Itaguá aber hebt Rengger ausdrücklich einen Wechsel des Sandsteins hervor; er nennt jenen Emboscada-Sandstein. (Trilobitenfunde.) Dieses Sediment von feinkörniger Struktur und gelblicher Farbe liegt in dünnen Tafeln — diese werden vielfach als Trottoirplatten in der Hauptstadt verwendet —, um aber in geringer Tiefe (5 m) blockig zu werden. Senkrechte Sprünge durchsetzen das Gestein, das leichte Neigung nach N. aufweist. Von ähnlichem Aussehen soll das Gestein zum Teil noch auf dem Wege von Emboscada nach Villa Rica sein, bald aber von einer derben Bildung abgelöst, die in ein Konglomerat übergehen soll. Darnach scheint der Sandstein mit der Höhe an Feinheit seines Materials abzunehmen. Ich selbst habe in diesem Gebiet, an der Südseite der Cordillera de los Altos einen mittelkörnigen, roten Sandstein meistens in dickbankiger Ausbildung getroffen. Weiter im Osten wird uns von einem verschieden gefärbten, harten Sandstein berichtet, der nach Azara kristallin ist und horizontal liegt. Von mehr oder weniger ähnlicher Beschaffenheit scheinen die Sandsteine der Cordillere von Caballero zu sein (horizontal bei Ibycui). Von Tacumbú — diese Oertlichkeit liegt vermutlich einige Leguas südöstlich von Asuncion — hat C. Milch einen roten Kieselsandstein bestimmt und ein ähnliches Sediment nebst Arkose-Sandstein von Caazapá, das aber bereits außerhalb unseres Berglandes (östlich davon) gelegen ist.

Die von verschiedenen Stellen erwähnten Schieferbildungen scheinen mehr lokale Vorkommnisse zu sein. Variationen innerhalb des Sedimentes müssen besonders dort erscheinen, wo es mit dem Eruptivgestein zusammen auftritt.

Ueber die Lagerung erfahren wir nur wenig. Trotzdem kann man aus den spärlichen Angaben folgern, daß die Schichten überall mehr oder weniger horizontal liegen. Rengger berichtet von einer schwachen Neigung des Emboscada-Sandsteins nach N. und erwähnt die Neigung des ganzen Berglandes von Emboscada (Cordillera de los Altos) in der gleichen Richtung. Südlich des Ipacaraitales habe ich selbst die Lage des Sandsteins bei Aregua mit N. 50° W. Streichen und 15° Einfallen nach SW. gefunden. Auch vom Gesichtspunkt der Lagerung ergibt sich demzufolge das Ipacaraital als eine Scheidelinie; wir sehen nördlich davon ein Einfallen des Sandsteins nach N. (vermutlich NO.), südlich davon ein Einfallen nach S. (SW.). Im Sandstein der Cordillera de los Altos lassen sich Kluftlinien in den Richtungen N. 30° W., N. 65° W., N. 85° O. und O.—W. beobachten. Nach den Tribolitenfunden im Emboscada-Sandstein, über deren Ergebnis ich nichts in Erfahrung bringen konnte, gehören jene (unteren) Sedimente mindestens in die Permformation. Die oberen Sandsteine sind wohl einer späteren Zeit zuzuweisen. Siemiradzki ist geneigt, die große Sandsteindecke des südlichen Brasilien nach W. hin bis zum Paraguay auszudehnen, und bezeichnet sie allgemein als mesozoisch.

Für die Betrachtung des Eruptivgesteins nun ist es von Bedeutung, hervorzuheben, daß es im wesentlichen auf das Gebiet südlich der Linie beschränkt ist, die vom Ipacarai-Pirayutal und seiner südöstlichen Fortsetzung angegeben wird. Ich konnte in all den mir zugänglichen Berichten nördlich dieser Linie keinen Ort erwähnt finden, der als Fundstelle von Eruptivgesteinen in Betracht kommt. Sollte es dort noch nachgewiesen werden, so glaube ich bestimmt, daß sein Erscheinen dann dieser Scheidelinie ganz nahe bleibt.

Soweit ich bis jetzt feststellen kann, sind es meistens Ergußgesteine, die am Aufbau des Berglandes teilnehmen, Ergußsteine, unter denen die Familie der Basalte vorherrschen mag. Deren Vorkommen knüpft sich vornehmlich an die Formen der kegelartigen Berge. Es ist sehr wahrscheinlich, daß alle jene isolierten Berge, die Rengger als besondere Formen unter den Namen: Lambaré, Tacumbú, Quarambaré, Ytá, Yaguarón Carapeguá, usw. anführt, aus Basalt bestehen, wenn du Graty auch nur den einen oder den anderen davon in diesem Sinne erwähnt. Es ist auch wieder beachtenswert, daß die genannten niedrigen Kegel ziemlich in einer Linie liegen, in einer Linie, die dem Ipacarai-Pirayutal annähernd parallel läuft, und auch das Erscheinen des Basaltes an anderen Orten fügt sich ziemlich in diese Richtung ein (Acaay, Ibycui). Von den Basalten des Höhenzuges bei Aregua (Landschaft der kegelartigen Berge) erwähnt v. Fischer-Treuenfeld, daß sie in Bergspalten, Kuppen und Tälern in regelmäßigen, prismatischen Gebilden zutage treten.

Mit Ausnahme des Basaltes bei Potrero Chaurio, einer Oertlichkeit, die vermutlich im östlichen Teil des Berglandes liegt (vielleicht aber auch ganz außerhalb dessen), scheint Pyroxen als Begleiterscheinung dieses Gesteins innerhalb des Berglandes zu fehlen. Daraus würde sich ein Unterschied von jenem Gestein ergeben, welches du Graty aus dem Gebiet von Itapé, Mbocayati u. a. O. als Basalte mit Pyroxen anführt, und das ich mit den Melaphyren der Sierra von Villa Rica in Zusammenhang gebracht habe. Der Gruppe der Basalte im westlichen Teil des Berglandes (hauptsächlich hier verbreitet) steht im zentralen Teil ein naher Verwandter von anderem Typus gegenüber, ein Olivindiabas. Du Graty berichtet von einem dichten Diabas (Spilit) aus der Gegend von Ibitimi und Paraguari (Baï) und H. Toeppen von einem grobkörnigen, den er im obersten Teil der Berge Tatucua und Acaai gefunden. Diese beiden Erhebungen mit ihren Diabasdecken gehören zu den höchsten Teilen des Berglandes. In welcher Höhenlage das Gestein bei Ibitimi und Baï vorkommt, ist nicht zu ersehen.

Dem Alter nach vielleicht den Basalten nahestehend sind zwei andere, unter sich verwandte Gesteinsarten, ein Trachyt und ein Phonolith. Jenen erwähnt du Graty von Aregua und Ibitimi, diesen hat C. Milch von Sapucay angeführt. Beide Orte liegen

wieder an der mehrmals berührten Scheidelinie des Ipacarai-Pirayutales und seiner Fortsetzung. C. Milch stellt den Phonolith von Sapucay zur sogenannten atlantischen Gesteinssippe (im Gegensatz zur pazifischen), deren Gesteine typische Vertreter jener Eruptionen sein sollen, die sich auf Schollenbrüchen vollzogen haben (im Gegensatz zu denen der Vulkane der Kettengebirge). Darin gewinnen die späteren Ausführungen eine Stütze.

Für eine andere Gruppe von Eruptivgesteinen, die wir in diesem Berglande verzeichnet finden, für Granite, Syenite und Porphyre, ist es schwer, eine rechte Vorstellung von ihrer örtlichen Verteilung zu erhalten. So viel scheint sicher zu sein, daß ihre Verbreitung innerhalb dieses Gebietes gering ist. Syenit finde ich aus der Gegend von Acaai erwähnt, syenitisches Gestein soll außerdem bei S. Miguel (im Süden) vorkommen. Einen Biotitgranit habe ich am Ipacarai-See bei S. Bernardino gefunden. Er tritt dort ganz lokal auf und zwar stockförmig (oder gangförmig).

Der Porphyr scheint auf den S. des Berglandes beschränkt zu sein, sein Vorkommen wird uns von den Oertlichkeiten: Quindy, Caapucu und Quiquio berichtet. Nach v. Fischer-Treuenfeld muß man dort eine dominierende Stellung des Porphyrs annehmen und es möchte so vielleicht für jene wenig hohen Berge dort eine besondere Stellung beansprucht werden, die sich auch in der Vegetationsdecke — vorherrschend Grasflur — gegenüber dem bewaldeten Hauptteil des Berglandes zu erkennen geben soll. A. Stelzner, der einen Quarzporphyr von Caapucu (in seinem Bericht Caapuca geschrieben) in Paraguay erwähnt, spricht von seiner petrographischen Uebereinstimmung mit den andinen Quarzporphyren Cordillere von S. Juan und Mendoza) und ist der Anschauung, daß beide in die gleiche Epoche der Entstehung zu setzen sind. Darnach müßte der Porphyr mindestens älter als Dogger, vielleicht auch älter als Rät sein.

Im gleichen Gebiet, wo sich die Porphyre im südlichen Paraguay zeigen, wird uns von großem Reichtum des Bodens an Eisen berichtet (Braneisenstein). Das syenitische Gestein bei S. Miguel (weiter südlich) hat nach v. Fischer-Treuenfeld Einlagerungen von Magneteisen. Kaolin wird an verschiedenen Orten gefunden. Was sonst an nutzbaren Mineralien in diesem Bergland vorhanden sein soll, dessen Existenz muß sehr bezweifelt werden. Wenn auch dieses Gebiet wie das ganze Paraguay geologisch nur ganz wenig erforscht ist, so darf man doch nach unseren jetzigen Kenntnissen schon schließen, daß es arm an Bodenschätzen ist.

Im Vergleich mit dem einförmigen Amambayplateau erweist sich das südparaguayische Bergland in seiner Oberflächengestaltung und in seinem Aufbau viel mannigfaltiger. Für das Verständnis der Oberflächenformen hat uns die Betrachtung des Gesteinsmaterials bereits ein Mittel an die Hand gegeben. Aber der Wechsel des Gesteins ist es nicht allein, dem der Wechsel der Formen zu danken ist. Denn die allen tätigen destruktiven Kräfte unter den

Bedingungen des Gesteins das geschaffen, was wir heute sehen, müssen schon andere Kräfte wirksam gewesen sein, die jenem zum Teil die Wege gewiesen, nämlich Dislokationen.

Ich habe schon mehrfach auf das Ipacarai-Pirayutal und seine Fortsetzung hingewiesen, und zwar in Hinsicht auf seine Bedeutung als Grenzlinie für gewisse Formen der Oberfläche und für die Gesteinsarten, soweit das bis jetzt zu sagen erlaubt ist. Ich habe auch von der Wiederholung dieser Richtung in verschiedenen kleinen Gewässern gesprochen und von der reihenweisen Anordnung der kegelartigen Berge im ähnlichen Sinne und betone nochmals das entgegengesetzte Einfallen der Sandsteine nördlich und südlich des genannten Tales, wobei sich eine Streichrichtung des Gesteins ergibt, die wieder ziemlich parallel dem Verlauf der erwähnten Linie hinzieht. Sind dies schon auffallende Erscheinungen, mehr noch auffallend ist das Ipacarai-Pirayutal selbst innerhalb seiner Umgebung. Es erstreckt sich in gerader Linie von der Ebene des Paraguay bis gegen Paraguari in einer Längsausdehnung von ungefähr 50 km. Seine Breite vermindert sich von 6 km im unteren Teil bis zu 1 km im oberen. Dort unten hält sie sich auf große Strecke in der gleichen Breite von 5—6 km, um dann nach oben schneller zu verlieren. Der Talboden ist ganz flach, fast eben, nur an den Rändern leicht ansteigend; rasch aber schwingen sich die begrenzenden Höhen am Rande auf, besonders auf der Nordseite (bis gegen 200 m relativer Höhe), Abbrüchen durchaus ähnlich. Im oberen engeren Teil setzen zerrissene Tafelberge ihren Fuß unmittelbar auf den ebenen Talboden. Das Gefälle des Talbodens ist sehr gering und kann nur einige Meter in seiner ganzen Ausdehnung betragen; das Niveau des Paraguayflusses liegt nur ein paar Meter tiefer als der Talausgang. Wenn der Paraguay Hochwasser führt, sagt Azara, dann verbreitet er sich durch das Tal des Rio Salado (Ausfluß des Ipacarai-Sees), eine Art breiter Lagune bildend. Schaut man von Aregua aus gegen den Talausgang, so glaubt man eine niedere Schwelle wahrzunehmen, welche die Paraguayniederung von dem Tale trennt.

Dieses langgestreckte breite Tal durchfließt im oberen Teil das kleine Flüßchen Pirayu, das im unteren den Ipacarai-See bildet. Dieser an 20 km lange, 3—5 km breite und 6—7 m tiefe See hat in dem vorher erwähnten Rio Salado seinen Abfluß. Vor Zeiten war die Ausdehnung des Sees (nach SO.) viel größer; noch vor 200 Jahren etwa soll er die doppelte Größe gehabt haben. Diese Abnahme erklärt sich wohl hauptsächlich aus der Tätigkeit der kleinen Gewässer, die dem Talboden unablässig Sedimente zuführen und seinen Umfang verkleinern, vielleicht auch hängt sie mit den tieferen Einschnitten des Abflusses zusammen.

In geologisch junger Zeit noch dürfte dieses Talbecken nur ein Teil einer großen Wasserfläche gewesen sein, die das ganze Tiefland von Paraguay bedeckt haben mag. Azara berichtet nämlich, daß in dem Talgrund unter sandigen und tonigen Sedimenten jene mit

dem Namen Tosca bezeichneten Gebilde vorkommen, die auch in der Tiefe bei Buenos Aires getroffen werden. Ich habe bei Aregua, wohl an 15 m über dem Niveau des Sees, weiche tonige Ablagerungen getroffen, die offenbar jung sind und zweifellos in einem ruhigen Wasser abgesetzt worden sind. Eine regionale Ausbreitung des Wassers aber ist hier notwendige Voraussetzung, da der Ipacarai-See niemals die Höhe jener Fundstelle erreichen könnte, vielmehr schon bei einer Erhöhung seines Wasserspiegels um 6 m in die Paraguayniederung (Chako) ausfließen müßte. Es folgt daraus, daß dieses beckenartige Tal schon vorhanden gewesen ist, ehe der Paraguayfluß und seine Seitengewässer ihre Rinnen geschaffen haben. Daß ein Flüßchen wie der Pirayu nicht imstande gewesen, eine solche Talform auszuarbeiten, braucht keines Beweises. An den Paraguay aber als den Erzeuger zu denken, wie Azara getan, der von der Möglichkeit spricht, daß dieser Fluß durch das Ipacarai-Pirayutal gegen Paraguari und von dort durch das Cañabétal wieder zur Ebene geflossen sein könne, ist angesichts der tiefen Chakoebene ausgeschlossen. Wir müssen also die Ursache dieser Talbildung in einem anderen Faktor suchen, in einer Kraft, die in Bewegungen der Erdrinde ihren Ausdruck gefunden hat. In Würdigung der angeführten Momente komme ich also zu dem Schluß, daß das Ipacarai-Pirayutal tektonische Anlage hat, daß seine Entstehung — im unteren Teil wenigstens — auf einen schmalen grabenartigen Einbruch in NW.—SO.-Richtung zurückzuführen ist, auf einen Einbruch, der in einer einfachen Bruchlinie durch das ganze Bergland (längs der Bahnlinie) hindurchzieht und dem noch schwächere Bruchlinien in gleicher Richtung zur Seite folgen dürften. Im Zusammenhang mit diesem Einbruch mag das Erscheinen des Trachytes bei Aregua zu deuten sein, vielleicht auch das Auftreten des Granites bei S. Bernardino. Erinnern wir uns des Hinweises von C. Milch auf die Stellung des Phonolithes von Sapucay, der in seinem Auftreten auf Schollenbrüche hinweist, so finden wir auch darin eine Bestätigung dieser Folgerung. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß auch die Basaltausbrüche, die eine Anordnung in gleicher oder ähnlicher Richtung erkennen lassen, in genetischer Beziehung zu jener Erscheinung stehen.

Das Ipacarai-Pirayutal ist von den erosiven Kräften zweifellos modifiziert worden. Die Ränder wurden erweitert, der Boden ausgeebnet. Daß sich darin heute ein See zeigt, scheint mir nur deshalb möglich, weil der nahe Paraguayfluß den Talausgang einst mit seinen Sedimenten abgedämmt hat. Ich habe keinen Beweis dafür, aber auch keine andere Erklärung.

Die vorhergehenden Ausführungen über große tektonische Vorgänge im südparaguayischen Bergland lassen es verstehen, daß ich auch in der Umgebung von Paraguari noch einen ähnlichen Einbruch anzunehmen geneigt bin, wie dort im Ipacaraital. Hier breitet sich ein weites ebenes Becken aus, im Norden, Osten und Süden von unvermittelt schroff aufsteigenden Höhen begrenzt; nur

nach W. bleibt es offen (Cañabé). Eine befriedigende Erklärung für die Entstehung dieses auffallenden Beckens inmitten des Berglandes kann ich in der Annahme der Erosion nicht finden. Ich spreche die Vermutung von seiner tektonischen Anlage aus, freilich ohne mehr an beweisenden Gründen dafür bringen zu können, als was die früheren Betrachtungen nahegelegt.

Der Höhenunterschied der umgebenden Berge ist wahrscheinlich vornehmlich auf den Gesteinsunterschied zurückzuführen. Vom Acaai und Tatucua (bei Ibicui), die mit ungefähr 600 m wohl die höchsten Erhebungen dieses Gebietes darstellen, wissen wir, daß sie im obersten Teil mit einer Kuppe von Olivindiabas bedeckt sind. Der Härte und Widerstandskraft dieses Gesteins mögen diese Berge allein ihre Höhe verdanken. Sicher ist dieser Olivindiabas nur der Rest einer großen Decke, die sich einst über ein weites Gebiet verbreitet hatte. Wo sonst die schützende Decke des Eruptivgesteins verschwunden, da haben die zerstörenden Kräfte im Sandstein leichtere Arbeit gefunden und die Höhe seiner Berge in ein tieferes Niveau gesetzt.

In der Betrachtung des ganzen südparaguayischen Berglandes sehen wir verschiedene Elemente zusammenwirken, um seine heutigen Formen zu erzeugen. Jede dieser Kräfte hat deutlich ihre Spuren eingegraben. Unter ihrem Einfluß hat das Gebirge Neigung erhalten, sich in große Stücke aufzulösen, jedem der Stücke eine gesonderte Stellung zu geben, wie es selbst nach außen eine Sonderstellung einnimmt, sich isoliert.

Die isolierte Stellung dieses Berglandes gegenüber seiner Umgebung macht es schwierig, heute schon über seine Beziehungen zur benachbarten Plateaulandschaft im Osten etwas Bestimmtes zu sagen. Daß eine Verwandtschaft zwischen beiden besteht, ist sicher und es ist gewiß, daß unser Bergland einst zur großen Tafel im Osten gehört hat. Ebenso sicher aber ist, daß es im Laufe der Zeit an Vorgängen teilgenommen hat, von denen die östliche Plateaulandschaft wenig oder nichts erfahren hat. Es ergibt sich also hier im Süden ein ähnlicher Gegensatz wie im Norden von Paraguay, wo wir im westlichen Teil eine andere, lebhaftere Entwicklungsgeschichte erfahren haben als im östlichen. Wir kennen hier überall im W. mehr Bewegung als im O. Das erlaubt, den Schluß zu ziehen, daß die Geschichte dieses Gebietes von W. her beeinflußt worden ist, daß sie zum Teil nur die Folge großer Ereignisse im W. gewesen ist. Wenn F. Katzer die Störung miozäner Schichten am unteren Amazonas mit der Faltung der Anden in Verbindung bringt, dann darf man deren Einfluß mit größerem Recht noch hier geltend machen. Unter dieser Voraussetzung kann eine Erklärung für Erscheinungen gefunden werden, die den Westen der alten brasiliaschen Tafel viel stärker in Mitleidenschaft gezogen haben als den zentralen. Mir erscheint das südparaguayische Bergland gegenüber dem Amambayplateau jetzt als ein selbständiges Schollenstück, das innerhalb seiner eigenen Grenzen wieder wechselnden Vorgängen unterlegen ist.

Die jüngsten Ereignisse, die dem südlichen Paraguay beschieden waren, lassen sich leichter erkennen. Im Ipacarai-Pirayutal haben wir Ablagerungen gesehen, die von einem ausgedehnten stehenden Wasser herrühren müssen. Die ausgeprägte Ebene im Becken von Paraguari weist ebenfalls viel eher darauf hin als auf eine Lößbildung (es sei denn Seelöß). Zeugen dessen scheinen mir am meisten die ausgedehnten Ebenen zu sein, die das Bergland großenteils begrenzen. Das ganze flache südliche Paraguay muß wohl noch in junger Zeit von einer weiten Wasserfläche bedeckt gewesen sein, die mit dem Chako in Verbindung gestanden hat und die, nach dem Vorkommen von Gips bei Villa Franca zu schließen, brackische Eigenschaft gehabt hat. Und auch dort, wo man jenen eigentümlichen Ebenen, mit den gleichmäßig hohen Rücken, die sich in Abständen, nur wenige Meter hoch, oft einige Kilometer gleichlaufend hinziehen, begegnet, gibt die Voraussetzung einer nivellierenden Wasserfläche die beste Erklärung. Erst mit dem Zurückweichen des Wassers konnte die Erosion aus der gleichmäßigen Oberfläche die erwähnten schmalen, langen, ganz niederen Rücken herausmodellieren, die jene Ebenen zu wellenförmigen Flächen gestalten. Dieser Auffassung braucht das Vorkommen fossiler Landtiere aus der jüngsten Zeit in dem gleichen Gebiet nicht zu widersprechen. Als letzte Reste der früheren Wasserbedeckung können dann die großen Sümpfe des südwestlichen und vielleicht auch des mittleren Paraguay betrachtet werden. Die großen Sümpfe des Südwestens liegen alle in einer so einheitlich gebauten Ebene, daß sie nach verschiedenen Seiten entwässern können. So schickt die Laguna Ipoa einen Abfluß (Paray) zum Paraguay westwärts, einen anderen (Rio Negro) zum Tebicuari südwärts, der Neembucu sowohl zum Parana als zum Paraguay. Alle die heute getrennten Sümpfe haben zweifellos einst miteinander Verbindung gehabt. Das ganze Sumpfgebiet zeigt schon viel Verwandtes mit dem Chako, mit dem es auch manches in der Vegetation gemeinsam hat. Weite sumpfige Grasfluren sind hier charakteristisch.

Die erwähnte Lagune Ipoa kann kaum als See betrachtet werden, sie stellt vielmehr eine Zwischenstufe von See und Sumpf dar, näher schon diesem. Bei bedeutender Ausdehnung — ihre Größe wird sehr verschieden angegeben, von wenigen Kilometern Länge und Breite bis zu 75 km Länge und 15 km Breite, daher auch die wechselnde Darstellung auf den Karten — hat sie doch nur 1—2 m Tiefe. Ihren Zufluß hat sie im Cañabé. Ob dieser allein aber genügt, um zu ersetzen, was die beiden Abflüsse und vor allem auch die große Verdunstung hinwegführt, muß bezweifelt werden. Wahrscheinlich empfängt sie viel zirkulierendes Wasser von dem nahen Bergland, und das Gleiche ist wohl auch für die übrigen großen Sümpfe anzunehmen.

Diese ausgedehnten sumpfigen Ebenen südlich und nördlich (Aguaracati-Sümpfe) des südparaguayischen Berglandes vermitteln bereits den Uebergang zum Chako, von dem sie nur durch den Paraguayfluß getrennt sind. Der Wechsel zwischen Bergland und

Ebene vollzieht sich rasch und das ist charakteristisch für ganz Paraguay und charakteristisch für ganz Matto Grosso, wo immer sich die große Tafel des Ostens mit dem mächtigen Tiefland des Innern berührt.

Literaturnachweis.

Ameghino, F., Les formations sédimentaires du crétacé supérieur et du tertiaire de Patagonie, Buenos Aires 1906.

Azara, F. de, Geografia fisica y esferica de las provincias del Paraguay y Missiones Guaranies, Asuncion 1790.

— Descripción e historia del Paraguay, Madrid 1847.

Ballod, C., Der Staat S. Catharina in Südbrasilien, Stuttgart 1892.

Barclay, W. S., The River Paraná. Geogr. Journ., XXXIII, 1911.

Benl, O., Frühere und spätere Hypothesen über die regelmäßige Anordnung der Erdgebirge nach bestimmten Himmelsrichtungen. Münchener Geogr. Studien, München 1903.

Beschoren, M., Beiträge zur näheren Kenntnis der brasilianischen Provinz S. Pedro. Peterm. Mitteil., Erg.-Heft, Gotha 1889.

Bodenbender, W., Die Pampa im Westen der Sierra von Cordoba. Peterm. Mitteil., Gotha 1893.

— Melafiros, Basaltos y Andesitas de la Sierra de Cordoba. Anales del Museo de Agricult., B. Aires.

Borchert, A., Die Molluskenfauna und das Alter der Paranástufe. Beitr. z. Geol. u. Paläont. von Südamerika, IX, 1901.

Brackebusch, L., Ueber die Bodenverhältnisse des nordwestlichen Teiles der Argentinischen Republik, mit Bezugnahme auf die Vegetation. Peterm. Mitteil., 1893.

Branca, W., Widerlegung mehrfacher Einwürfe gegen die von mir vertretene Auffassung in der Spaltenfrage der Vulkane. Centralbl. f. Mineral. etc., 1909.

Branner, J. C., A bibliographie of the geology, mineralogy of Brazil. Archivo do Musen Nacional, Rio de Janeiro 1903.

Bross, H., Glaziale Spuren in Paraná, Brasilien. Centralbl. f. Mineral. etc., 1909.

Burmeister, A., Description physique de la République Argentine, Paris 1876.

— Reise durch die La Plata-Staaten.

Castelnau, F. E., Expédition dans les parties centrales de l'Amérique du Sud, Paris 1850 57.

Chavanne, J., Die Temperatur- und Regenverhältnisse Argentiniens. Veröffentl. d. Deutsch. Akad. Vereinigung zu Buenos Aires, 1899—1904.

Commissão Geogr. e Geolog. do Estado do S. Paulo, 1906.

— Eploração do Rio Paraná, S. Paulo 1907.

Cruls, L., Exploration in Central Brazil. Geogr. Journal, 1897.

Decoud, H. F., Geografia de la republica del Paraguay, Asuncion 1906.

Derby, O. A., Physikal. Geographie und Geologie Brasiliens (übersetzt von E. A. Göldi). Mitt. d. Geogr. Ges. Jena, 1886.

Evans, J. W., The Geology of Matto Grosso. Quart. Journ. of the Geol. Soc. of London, 1894.

— The rocks of the catarackts of the River Madeira and the adjoining portions of the Beni and Mamoré. Quart. Journ. of the Geol. Soc. of London, 1906.

Felix, J., und Lenk, H., Ueber die tektonischen Verhältnisse der Republik Mexiko. Zeitschr. d. Geol. Ges. Berlin, 1892.

Fischer-Treuenfeld, R. v., Paraguay in Wort und Bild, Berlin 1906.

Geographical Journal, 1911, Exploration of the Upper Paraná.

Graty, A. M. du, La république de Paraguay, Bruxelles, Leipzig, Gand 1862.

Guillemain, C., Der erste Versuch einer geologischen Karte von Uruguay. Peterm. Mitt., 1910.

Harth, Ch. Fr., Geology and Physical Geography of Brazil, 1870.
Hauthal, R., Beiträge zur Geologie der argentinischen Provinz Buenos Aires. Peterm. Mitt., 1904.
— Mitteilungen über den heutigen Stand der geologischen Erforschung Argentiniens. Compt. rend. de la IX. session du congrès géolog. international, Wien 1904.
Hettner, A., Das südlichste Brasilien. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. Berlin, 1891.
Jerrmann, L., Der Unterlauf des Igatimi. Mitteil. d. Geogr. Ges. Hamburg, 1898.
Jhering, R. v., Landeskunde der Republik Brasilien. Samml. Göschen, 1908.
Jordan, P., Ueber meine Reisen in Paraguay. Mitteil. d. Geogr. Ges. Wien, 1893.
Katzer, F., Grundzüge der Geologie des unteren Amazonasgebietes, Leipzig 1903.
Kayser, E., Beiträge zur Kenntnis einiger paläoz. Faunen Südamerikas. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Berlin, 1897.
Keidel, H., Ueber den Bau der Argentinischen Anden. Sitzungsber. d. Kaiserl. Akad. d. Wiss. Wien, 1907.
Kossmat, F., Bedeutung der südindischen Kreideformation für die Beurteilung der geographischen Verhältnisse während der späteren Kreidezeit. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt Wien, 1894.
Mangels, H., Paraguay, München 1904.
Meyer, H., In den Hochanden von Ecuador, Berlin 1907.
Milch, C., Ueber die chemische Zusammensetzung eines Limburgites, eines phonolithischen Gesteins und einiger Sandsteine aus Paraguay. Tschermaks Mineral. Mitteil., 1905.
Niederlein, G., Briefliche Mitteilungen etc. Verhandl. d. Gesellsch. f. Erdkunde Berlin, 1885.
— Einige wissenschaftliche Resultate einer Reise in die südöstliche Pampa bis zum Rio Salado. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. Berlin, 1883.
Orbigny, A. de, Voyage dans l'Amérique méridional, Paris 1834/47.
Page, Th. J., La Plata, the Argentine Confederation and Paraguay, New York 1859.
— The Gran Chako and its Rivers. Proc. of the Royal Geogr. Soc., XI, 1889.
Pöhlmann, R., Gesteine aus Paraguay. Geolog. Jahrb., 1885.
Rengger, J. R., Reise nach Paraguay, Aarau 1835.
Roth, S., Apuntos sobre la Geologia y la Palcontologia de los territorios del Rio Negro y Neuquen. Museo de la Plata, 1898.
Schuster, K., Petrographische Ergebnisse der brasilianischen Expedition 1901. Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wiss. Wien, 1907.
Segundo Censo de la Republica Argentina, 1895, I, Territorio, Buenos Aires 1898.
Siemiradzki, J. von, Geologische Reisebeobachtungen in Südbrasilien. Sitz.-Ber. d. k. k. Akad. d. Wiss. Wien, 1898.
Smith, H. H., Do Rio de Janeiro a Cuyabá, Rio de Janeiro 1886.
Steinmann, G., Diluvium in Südamerika. Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Ges., 1906.
— Keine marine Trias in Südamerika. Centralbl. f. Mineral., Geol. etc., 1909.
Stelzner, A., Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Argentinischen Republik, Cassel u. Berlin 1885.
Sturm, Fr., Die Entstehung der Wasserfälle. Festschr. z. 13. deutschen Geographentag, Breslau 1901.
Suess, E., Das Antlitz der Erde, Prag, Leipzig 1885.
Toeppen, H., Hundert Tage in Paraguay. Mitteil. d. Geogr. Ges. Hamburg. 1884.
Vogel, P., Reisen in Matto Grosso 1887/88. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. Berlin, 1893.
Wappaeus, J. E., Die Republik Paraguay, Leipzig 1867.
Wien, O., Die Sierra von Cordoba. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. Berlin, 1882.
Zeitschriften geographischen und geologischen Inhaltes aus versch. Jahrgängen.

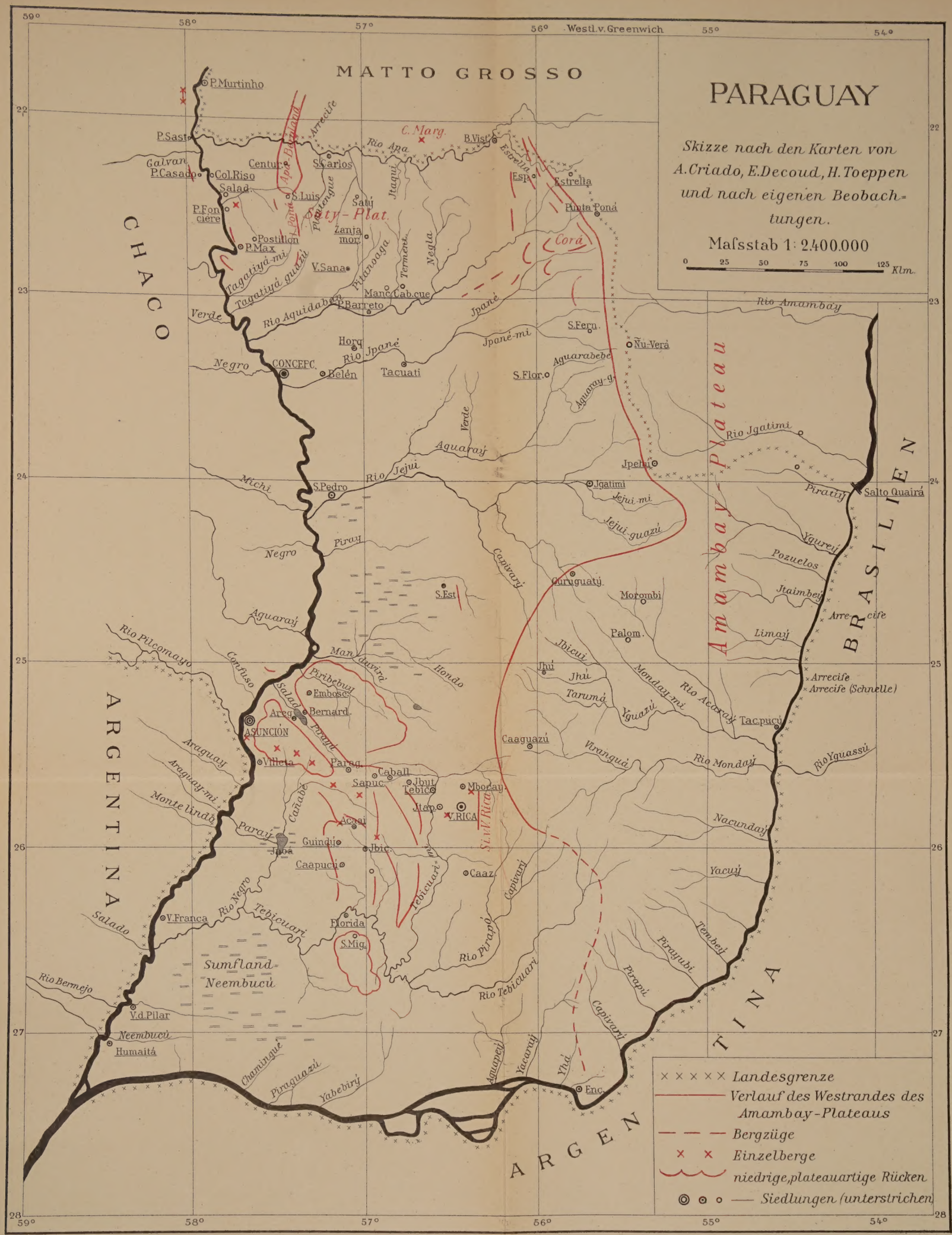
Lebenslauf.

Am 1. November 1875 zu Großostheim in Unterfranken geboren, besuchte ich hier die Volksschule und trat im 12. Lebensjahr an das humanistische Gymnasium zu Aschaffenburg über. Von einer zweijährigen Unterbrechung abgesehen, blieb ich hier bis zur 7. Klasse, um mich dann dem Apothekerberuf zu widmen. Nach einer fast 3-jährigen Tätigkeit darin wandte ich mich wieder den Gymnasialstudien zu und bestand im Jahre 1899 die Reifeprüfung am humanistischen Kaiser-Friedrich-Gymnasium zu Breslau. Die folgende Zeit studierte ich bis zum Ende des Sommersemesters 1902 deutsche Philologie an der Universität München und legte im letztgenannten Jahr die Prüfung für das Lehrfach an bayrischen Mittelschulen ab. Mehrere Jahre war ich im Lehrberuf tätig, bis ich neuerdings zur Universität zurückkehrte, um naturwissenschaftliche Studien zu betreiben. Im Jahre 1907 ließ mich die Vorliebe für Geographie nach Südamerika gehen, wo ich mit Hilfe der Geographischen Gesellschaft in Jena und privater Unterstützung Reisen zu geographischen Zwecken unternommen habe. Vor einigen Monaten von dort zurückgekommen, bin ich jetzt mit der Verwertung des im Ausland gesammelten geographischen Materials beschäftigt.

München, 13. Mai 1911.

Karl Carnier.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena — 4001


PARAGUAY
Skizze nach den Karten von A. Criado, E. Decoud, H. Toeppen und nach eigenen Beobachtungen.
Maßstab 1: 2.400.000
0 25 50 75 100 125 Klm.
MATTO GROSSO
CHACO
ARGENTINA
BRASILIEN
ARGENTINA
Amambay-Plateau
Paraguay-Plat.
Cora
Sierra de Amambay
Sierra de Maracayú
Sierra de Caaguazú
Sierra de Caazapá
Sierra de Misiones
Sierra de Tebicuary
Sierra de Ybytyruzú
Sierra de Altos
Sierra de Acahay
Sierra de Ybycuí
Sierra de Ybytimí
Sierra de Yaguarón
Sierra de Paraguarí
Sierra de Tobatí
Sierra de Ybyturuzú
Sierra de Caapuc

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena — 4001